

## О ВСТРАИВАНИИ ТРИЗ В СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

И. В. Иловайский,  
Мастер ТРИЗ

## Содержание:

1) И.В.Иловайский, Почему и зачем написана книга "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности" и о чем она (авт.редакция), -/ Журнал ТРИЗ (Journal of TRIZ); 97/1 (?14); ТРИЗ в Сибири; стр. 90, с опечатками/.

2) Иловайский И.В. "Инженерное дело в высшей школе. Чему учить инженера?" - //Интеллектуальные инновации в обществе и развитие образования; Н. 1997; (Материалы научной конференции "Интеллектуальные инновации в обществе и развитие образования", 1 - 2 октября 1996 г.), СО РАН, ИФиП, Ин-т интеллектуальный инноваций и проблем консультирования Академии Социальных Наук.; стр. 77 - 92.

3) И.В.Иловайский, ТРИЗ: условия выживания и принципы "вживания", -/Заочный доклад на конференцию Ассоциации ТРИЗ (лето 1997).

4) Письмо Гасанову А.И. на его открытое письмо в "Новостях ТРИЗ-движения" X-XI.1998.

5) Письмо Иванову Г.И. о внедрении ТРИЗ в вузы.

6) И.В.Иловайский "К вопросу об инкорпорировании ТРИЗ в систему высшего и среднего образования", доклад на 1-ю конф. МАТРИЗ, июль 1999.

7) Иловайский И.В, "К инженерному образованию XXI века" - //Качество образования. Проблемы оценки. Управление. Опыт. II Международная научно-методическая конференция. Тезисы докладов (НГТУ, 20 - 22 апреля 1999 г.), Новосибирск 1999, стр. 225. Доклад.

8) Иловайский И.В, "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности", книга -"раскрутка" для постановки обучения инженерному делу, Н, 1984-1997, деп. ЧОУНБ, 340с.; книга прошла апробацию в НГТУ, отрецензирована и готова к публикации, есть краткая публикация в международном издании, *рекл-инф. материал*;

Журнал ТРИЗ (Journal of TRIZ); 97/1 (?14); ТРИЗ в Сибири; стр. 90.)

Проблема и книга

©

И.В.Иловайский

Почему и зачем написана книга

"Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности"

и о чем она.

## 1. Проблемная ситуация.

Инженеры - творцы техники, и творцы эти возрастают в высших технических учебных заведениях - вузах. Казалось бы, при столь развитой системе вузовского образования, как она сложилась, мы должны бы получать легионы творцов и супертехнику, созданную ими, умную, послушную - ан нет! То и дело возникают аварии на крупных технических объектах, а бытовая техника нередко менее удобна и надежна нежели старые вещи. Добавилась и растущая безработица выпускников - предприятия предпочитают людей с опытом. Вот первая грань проблемы.

Хорошо, пусть вуз готовит (хотя и неудовлетворительно) проектировать, но ведь он не учит получать новые технические решения, не учит изобретать! Предложим вузу науку об изобретательстве - ТРИЗ: действительно, дисциплина апробирована, ей стабильно можно учить, - ан нет! ТРИЗ неизменно с восторгом встречается во вузах (на короткий срок) и неизменно отторгается. (То же происходит и в средней школе, но это - вне обсуждаемой темы). Вот вторая грань проблемы.

Сформулируем в почти-тризовской форме обе грани проблемы:

1) Вузовское образование обеспечивает массовую подготовку инженеров с потенциально высоким уровнем **знания** наук (естественных, технических, а теперь и гуманитарных), **НО умения**, необходимые инженеру, он вынужден приобретать после вуза, на практике, опираясь на свою смекалку да удачное стечение обстоятельств. Как быть?

2) ТРИЗ обеспечивает уверенное **решение** наиболее творчески значимых **задач** в практике инженерной деятельности (позволяет находить выход из технически тупиковых ситуаций) и хорошо **усваивается инженерами** в группах подготовки, подобранных преимущественно по принципу добровольности, **НО неизменно отторгается вузовской системой образования** несмотря на интерес к ТРИЗу, и поэтому не может быть систематически преподаван будущим инженерам, не может систематически усилить их арсенал умений, повысить их конкурентоспособность на рынке труда. Как быть? До сих пор оба эти противоречия пытались разрешить по-разному. Стабильных решений не получалось:

1) Попытка П.К.Энгельмейера (в начале века) выделить технику как категориально независимую сферу деятельности продолжения до сего времени не имела. Пишущий эти строки взялся продолжить дело Энгельмейера -и, осознав необходимость введения обучения умениям, шире - инженерному делу, встретил "стенку": -эмпиризм этих умений, отсутствие стержневого умения, поэтому было бесполезно во вузе просто описывать как выполнять те или иные

процедуры проектирования и проч.: - попытки были и их изложение выглядит своеобразно, - как некие мистические тексты: пока этим умением человек не овладел, текст невнятен, овладел - текст не нужен (И это несмотря на накопленный арсенал процедур преобразования объектов в инженерном деле: эти процедуры усваивались в рамках узких специальностей или на практике).

2) Попытки внедрить ТРИЗ как учебную дисциплину во втузах встретилась с рядом трудностей: ТРИЗ во-первых, начали читать лекционно, а это первоначально было занимательно, но бесплодно - не происходило усвоения умений, а введение практических занятий наталкивалось на неприятие студентами "фона", из которого извлекалась задача. Дело в том, что в традиционном высшем образовании учат решать хорошо сформулированные задачи на фоне четко описанных теорий (физика, математика), а опыт, который является фоном изобретательских задач, еще не накоплен студентами, ибо опыт этот накапливается в практике производства. (Конечно, есть энтузиасты - преподаватели, но они всегда есть, а нужны не столько они, сколько условия массовости, чтобы "процесс пошел").

3) Отметим, что изобретательство наряду с конструированием важнейшее умение инженера, а изобретательство - это ТРИЗ. (Имеем дополнительное условие, связывающее грани 1) и 2) проблемы формирования совершенного инженера.

## 2. Разбор проблемной ситуации.

Итак, **порознь** эти обе грани [1) и 2)] проблемы формирования совершенного инженера, или эти две проблемы, два противоречия **не разрешались**. Во всяком случае, у автора. Но они имеют связь, а именно, в силу условия 3), ТРИЗ как средство решения задач явно есть средство, способ, умение для инженера, т.е. есть часть (и важнейшая) инженерного дела. (Возможен и иной подход: ТРИЗ берется за базу, рассматривается как надсистема в экранной схеме средств творческого мышления в технике, а прочие компоненты инженерного дела рассматриваются и излагаются как его части. Автор не готов или не сумел пойти этим путем, намечающимся самым появлением ТРИЗ).

И в ТРИЗ, и в таких формализованных дисциплинах как математика и теоретическая физика есть прием погружения задачи в более общую, объемлющую задачу; тогда решается эта более общая задача (обычно легче, чем исходная), а в ее рамках находит простое решение и исходная задача (вариант перехода в надсистему).

Рассмотрим систему

[<инженерное образование> ===== <инженерное дело> ===== <ТРИЗ>].

Тогда задачи, связанные с внедрением ТРИЗ во втузы, переносятся на уровень внедрения преподавания инженерного дела, а последние - на уровень организации инженерного образования комплексу **знаний-и-умений**. Реализовать решение задач в этой иерархии можно, потребовав, чтобы профессиональный портрет инженера содержал нужный комплекс **знаний-и-умений** (требования производства!), а затем - потребовав, чтобы втуз их обеспечил, и притом, в естественной структуре, потеснив (по объему часов) обучение знаниям, присоединив к ним обучение умениям (принципиальных возражений не предвидится: проверялось, хотя внедрять будет непросто), а в рамках обучения умениям (и для обоснования умений в рамках обучения знаниям) воспоследует естественное введение обучения ТРИЗ, в том числе на базе реальных практических задач, предлагаемых производством.

Для реализации идеи необходимо предоставить профессорско-преподавательскому составу втузов и инженерному корпусу единую картину предметной области инженерного дела, иначе дело застрянет на фазе общих правильных пожеланий (проверялось с помощью "набития шишек"). Вот поэтому-то и написана книга-обзор, книга - учебное пособие, книга-программа-обучения для будущих преподавателей инженерного дела, которая охватывает изложение(и систематизирует) технику, инженерное дело, структуру инженерного образования и дает обоснованный профессиональный портрет инженера.

## 3. Книга.

3.1. Книга создавалась с 1984 по 1995 г. Во Введении дана предыстория рассмотрения техники как отдельной области деятельности. В предваряющей главе обосновывается категориальная, методологическая независимость техники как объекта исследования и деятельности, в частности, ее относительная независимость от науки (можно рассматривать пару наука-техника как бисистему с противоположными характеристиками). Гл.1 посвящена изложению структуры обсуждаемого предмета, основания чего приведены выше в п.п.1. и 2. В главе сделан упор в сторону изложения самого материала соединяемых подсистем, а моменты, изложенные в п.п. 1и 2, не акцентировались, поскольку книга рассчитана на читателя, необязательно знакомого с тризовской системой мышления. Предметная область умений инженера и их результатов состоит из объектов техники - технических систем (и их комбинаций). Техника реализуется, эксплуатируется, ликвидируется "реализаторами" - рабочими, техниками, операторами, инженер проектирует технику, и в идеале не должен касаться "ручек приборов", т.е. имеет дело с описаниями технических систем.

3.2. Гл.2, "описательное изложение обсуждаемого предмета" содержит описание базовых представлений о технике и инженерном деле, как они видятся к моменту начала написания книги. Состав главы:

- бытие технических систем (ЗРТС по Г.Альтшуллеру и Б.Злотину);
- очерк инженерного дела (по Э.Крику);
- изобретательство как точная дисциплина (ТРИЗ Г.Альтшуллера и его учеников);
- профессия инженера (по Э.Крику).

3.3. Гл.3, "объекты техники" дает представление о технической системе, о техническом конгломерате как совокупности технических систем, не образующих техническую систему, об авариях и опасностях, о состояниях технических систем (макетирование, изготовление, эксплуатация, ремонт, ликвидация, постликвидация) и матрице переходов

между ними, об употреблении технических систем, т.е. об обобщенных полезных функциях, в которых они могут участвовать, о законах эволюции технических систем на макроуровне и об инвариантах. Состав главы:

- техногенные образования;
- состояния технических систем;
- употребление технических систем;
- базовые знания и общетехнические закономерности.

3.4. В гл.4, "объекты инженерного дела", описаны объекты, с которыми имеет дело инженер. Объектами инженерного дела являются описания технических систем разной степени сложности - от перечня потребностей до комплекта рабочих чертежей. Ключевым является понятие **конфигуратора** - совокупности не сводящихся друг к другу описаний системы разных уровней подробности, а на каждом уровне - разной природы (например, "функция" - "структура"), и с этих позиций рассмотрены бытующие в инженерном деле реальные средства описания технических систем.

Состав главы:

- классификация объектов инженерного дела;
- конфигуратор;
- конструктивные определения;
- веполы, схемы, чертежи;
- системы конструктивных определений и алгоритмы;
- карты технологических процессов;
- модели.

3.5. Гл.5, "процедуры инженерной деятельности", излагает главное содержание инженерного дела - методы и процедуры работы с описаниями технических систем, способы их преобразования друг в друга.

Главу открывает раздел о предположениях, лежащих в основе инженерной деятельности - это пары оппозиций, которым одновременно должна подчиняться сложная техническая система, например, предсказуемость - непредсказуемость, когда, с одной стороны, поведение будущей системы предсказуемо в силу ее проектирования, с другой - со временем при работе технической системы растет неопределенность последствий ее поведения, особенно во взаимодействии с окружением.

В следующем разделе, "суть инженерного дела", на базе известного из ТРИЗ представления идеальности технической системы как отношения суммы полезных функций к сумме функций расплаты, показывается принципиальная возможность построения технической системы с нулевой функцией расплаты путем применения диверсионного подхода, свертывания и решения изобретательских задач, в результате чего традиционно важная из функций инженера - функция создания технических систем становится подчиненной по отношению к деятельности по устранению (избежанию) факторов расплаты. Эта деятельность должна **предшествовать** каждому шагу проектирования, т.е. проектированию, созданию подлежит неустранимый на момент проектирования "остаток".

Материал дальнейших разделов главы: "способы элиминации факторов расплаты", "АРИЗ", "вепольный анализ" хорошо известен в ТРИЗе.

В разделе "проектирование" изложена процедура проектирования в обобщенной справедливой для широкого круга отраслей техники форме, на базе **блочно-иерархического** подхода, когда построение проекта системы идет "сверху вниз", и на каждом уровне подробности составляются полные спецификации связей подсистем друг с другом и "внешнее" описание каждой подсистемы, позволяющее итеративно вести процесс проектирования.

К этому разделу примыкают разделы "синтез технических систем", в котором изложена формализация блочно-иерархического подхода на примере синтеза технических систем типа ЭВМ и "автоматизация проектирования".

Раздел "поиск технических решений" посвящен методам выявления спектра тенденций развития вида (отрасли) техники путем применения специального способа выявления и отбрасывания неинформативных документов.

Разделы:

- инженерные исследования;
- предъявление результатов;
- принятие решений;

даны на основе традиционных источников.

Раздел "прогнозирование" дает представление о традиционных и ТРИЗовском подходе к этой процедуре.

Раздел "предпроектный анализ" изложен с оставлением в стороне новых наработок в этой области ввиду неопределенного характера результатов.

3.6. Гл.6, "организация инженерного дела", включает разделы:

- разработка и постановка продукции на производство;
- обеспечение эксплуатации;
- обеспечение модернизации: ФСА-ТРИЗ;
- планирование и управление производством;
- организационные принципы производительности (на базе анализа книги Г.Эмерсона четко выявлена необходимая и достаточная совокупность признаков эффективно работающей организации); - внедрение инноваций (анализ проблемы внедрения и решение одного из ее уровней АРИЗом-68);

- графические средства контроля и управления ( по забытым источникам 30-х, - 40-х г.г. и собственной работе по сравнению конечных процессов, например, выпуска продукции, с несовпадающими концами и началами, т.е. необязательно совпадающих по времени).

3.7. Гл.7, "инженерное образование", содержит указания на необходимую информацию для становления соответствующих курсов, требования к программе и пример такой программы. Основу программы составляет идея о "второй половине дня" - времени, планомерно ежедневно используемого для реального проектирования студентами задач, заказанных производством, причем успешность разработки напрямую учитывается в дипломе. Глава содержит разделы:

- источники и составные части;

- структура обучения;

- темпы и мера устроения.

3.8. Гл.8, "техническая деятельность", содержит разделы:

- о практической деятельности;

- исполнение изготовления и сопровождения изделия;

- операторская деятельность.

3.9. Гл.9, "инженер", посвящена формулировке требований к персоне инженера.

В разделе "профессиональный портрет инженера" анализируется смысл понятий "знать", "уметь" и "понимать", составляющих каркас портрета, и исходя из соображений традиций и требований производства формулируется перечень необходимых инженеру знаний и умений, а также вводится представление о понимании, которое объемлет объемные основания профессиональной ответственности инженера.

В разделе "деловые качества" из цели инженерной деятельности, заключающейся в принесении "пользы" выводится необходимость наличия у инженера **волевых** и сопутствующих им качеств, базирующихся на **понимании**, и анализируется природа феномена **профессиональной ответственности** инженера.

В разделе "регулятивы деятельности" обращается внимание на проблему "**встроенных предохранителей**" и предлагается обсудить вопрос о возможности, путях и последствиях их встраивания в методики инженерного дела или "в инженера".

3.10. Гл.10, "пределы феномена техники", касается вопроса предельных возможностей и ограничений эволюции техники как несовершенного по своей сути по сравнению с природным процессом.

В разделе "основные противоречия инженерного дела" на базе экстраполяции тенденций прогресса техники, ограниченности возможностей человека (в первую очередь, прогностических) и опыта инженерной деятельности обосновывается какую доктрину вынужден принимать инженер и как выглядит движущее "техническое" противоречие инженерной деятельности.

В разделе "природа и техника (экосфера и техносфера) на базе работ Н.Ф.Реймерса анализируется схема взаимодействия биосферы и техносферы, из чего извлекается информация о перечне и объеме требований к необходимым дисциплинам в программе обучения инженерному делу.

В разделе "невозможное в технике" указывается на балансовые соотношения и на базе изложенного делается заключение о том, что **эффект деструкции природы от совокупной инженерно-технической деятельности неустраним**.

3.11. В Заключении отмечаются те работы, которые не смогли быть выполнены при написании и подготовке книги, несмотря на их нужность, в частности, предварительный библиографический обзор, сделаны предложения по программе дальнейших работ. Книга завершается приглашением к сотрудничеству:

- в проработке на практике программ обучения инженерному делу на базе предложенного в книге;

- в создании соответствующих учебных пособий;

- в написании коллективного обстоятельного описания техники и инженерного дела;

- в составлении энциклопедического словаря по тематике.

4. Книга может читаться и лицами, не знакомыми с математическим аппаратом, примененным в ряде разделов книги, однако для глубокой проработки всего материала и некоторых разделов такое знание станет необходимым.

Книга депонирована в ЧОУНБ.

Машинописный оригинал содержит 386 с.

1984 - 1995

Интеллектуальные инновации в обществе и развитие образования:  
материалы научной конференции  
"Интеллектуальные инновации в обществе и развитие образования"  
1 - 3 октября 1996 г., Новосибирск 1997, стр. 77 - 92.

**И.В.Иловайский**

**Инженерное дело в высшей школе  
Чему учить инженера?**

**I**

*Кого готовят технические вузы?* Ну, разумеется, инженеров Конечно, мы знаем, что престиж высшего технического образования упал, студента частенько интересует диплом, а не знания, "вал" выпуска специалистов привел к снижению уровня обучения, да, все это есть. Много раз говорилось и о причинах снижения уровня образования, в том числе инженерного - тут и малый спрос на высокую квалификацию, и уравниловка в оплате, но все же, вне всяких сомнений, вузы готовят инженеров, не так ли? Вот и у них, на Западе, уровень требований выше, труд инженера ценится, там и инженеры сильнее, а достигается это прежде всего системой жесткой конкуренции. Но с ростом массовости инженерной профессии это ведет к вакансиям в ряде профессий при безработице в других. В США в этой ситуации используют "утечку мозгов", заывают специалистов из других стран Это симптомы грядущей неудовлетворительности системы инженерного образования и "у них". Итак, одного лишь жесткого отсева недостаточно. Мы подчас не замечаем в зарубежной подготовке специалистов той компоненты (уже недостаточной!), что была у нас до 50-х годов. Это - практическая подготовка будущего инженера. Умение делать. Ведь вот стоит почти 100 лет мост через Обь, а знали тогда инженеры, пожалуй, поменьше нынешних. Что надо было знать? Поведение грунтов, расчеты балок, ферм, влияние нагрузок. Учат этому и сейчас, причем более глубоко чем прежде, а мосты - хуже. Может, мало дают науки, слабы требования? Года три назад старейшее в нашей стране Высшее техническое училище (МВТУ им. Баумана) стало техническим университетом. Надо полагать, вот где будут готовить эталонных инженеров! А в провинции, стало быть, надо почтительно копировать опыт лидера. Но так ли все просто? Что предлагает первый в стране технический университет? (Цитаты из газеты "Известия", 29.07.89 N 210). "На-ши программы фундаментальной подготовки максимально приближены к университетским". Забегая вперед, заметим, что это еще не подготавливает выпускника к инженерной деятельности. А в технических вузах в прошлом подготовка, не копируя университетскую, была глубока и фундаментальна. "Мы серьезно улучшили гуманитарное образование". Что ж, недостатки школьного образования надо восполнять. "Готовить специалистов на основе передовых научных исследований и приоритетных опытно-конструкторских работ". Это нас, наконец, возвращает частично к практике прошлого: именно так строилось инженерное образование первой трети века. В целом, это попытка восстановить известными средствами когда-то утраченный уровень технического образования. Но, зарубежное высшее техническое образование все это уже прошло, и стоит перед проблемой массовой подготовки инженеров, в условиях, когда массовый отсев студентов становится слишком большой роскошью. ВФРГ, где опыт осознанного развития инженерии восходит к началу прошлого века ( первые технические энциклопедии, руководства по инженерии и т.д. ), вновь возрождается интерес именно к инженерному делу, технике в целом, не совпадающих с техническим знанием в виде совокупности технических наук.

*Учат ли наши вузы инженерному делу?*

Посмотрим учебные планы специальностей. Это - совокупность "технических наук". Каждая из них описывает механизмы (устройства) определенного класса, их принципы работы и расчет. Наука большего и не могут, они трактуют об обнаруженном, описывают его. Следовательно, даже выпускник технического университета(б. МВТУ), не говоря уже о провинциальных вузах, научится повторять известные (пусть самые лучшие!) типы устройств, машин, техпроцессов, т.е. мы получим классного копировщика. Конечно, наука движется, да и зарубежный опыт не стоит на месте, вот и есть источники обновления. А как еще можно иначе, если считать, что техника - это приложение науки? Ведь, вроде бы, это общепризнано?

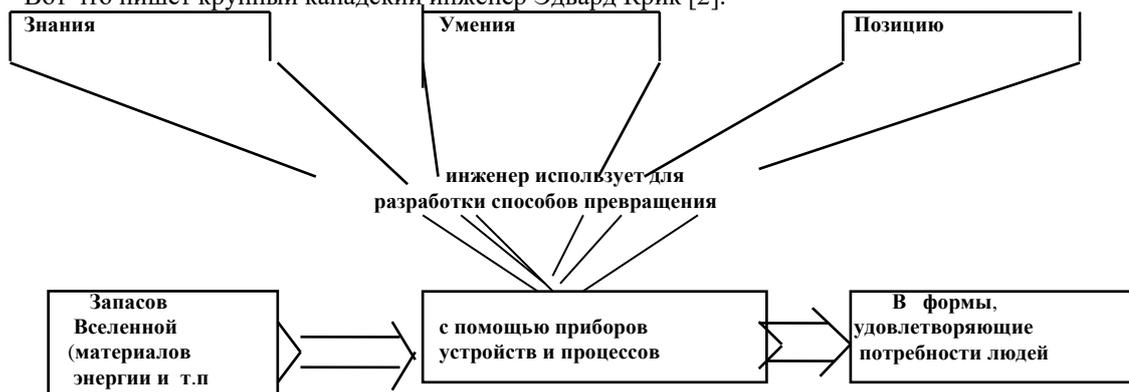
Всегда ли так считали? Всегда ли этому следовали? Верно ли это?

"Технология ( *методы инженерии*, авт.) представляет не 'фундаментальный' ( *в смысле науки*, авт. ) тип знания, а некий другой тип, который тысячелетия создавал определенный уровень технического прогресса. Если бы человечество ограничило бы себя лишь объяснимыми с научной точки зрения технологиями, то оно сошло бы со сцены много лет тому назад" [1].

Значит, требуется опыт. Ну, конечно же, любой производственник скажет, что выпускник вуза "зеленый", ему "надо опыта хлебнуть".

Что же это за опыт? Новоиспеченному инженеру "сунут в зубы" на производстве или КБ, НИИ технологические карты, стандарты ( на изделия и технологии, на порядок приемки-сдачи и работы), отчеты, техдокументацию, расскажут о побочных следствиях процесса создания изделия или его эксплуатации, скажут "у нас делается так" и введут в курс деловых производственных взаимоотношений. Ну так о чем говорить? Понятно, что опыт осваивать надо.

Да, при поверхностном взгляде большего и не скажешь. А как считают в промышленно развитых странах Запада? Вот что пишет крупный канадский инженер Эдвард Крик [2].



Современное инженерное дело, отмечает Крик, развилось исторически на основе двух достижений. Одно - это совершенствование специалистов - создателей приборов, устройств и технологий практического применения, другое - рост объема научных знаний. Так как инженеру надо получить результат "здесь и теперь", инженерная деятельность не может полагаться исключительно на науку, быть только ее применением. Инженер помимо этого использует опыт предшественников и практическое знание.

Откуда берется *практическое знание*? Оно усваивается из уст в уста, на рабочем месте, от поколения к поколению. При разрыве связи поколений ( из-за гибели специалистов, потери интереса к какой-либо отрасли техники, неумеренной секретности и т.п. ), эта связь рвется.

Откуда берется *опыт* предшественников? Да откуда же, через ознакомление с отчетами, техдокументацией ( а это короткоживущие источники информации!!!) и, конечно, в прошлом, из фондов научно-технических библиотек. Почему "в прошлом"? Дело в том, что хранить растущие фонды библиотек у нас не умеют. По модному предположению о быстром старении научно-технической литературы, фонды библиотек чистят, уничтожают, например, литературу временного хранения, несущую информацию о прогрессе техники и т.д. А ведь в технике ценность фондов библиотек убывает с годами медленно. В учебниках сегодняшнего дня есть рабочие ссылки (для студентов!) на книги и статьи середины 30-х годов (например, к удивлению многих, в радиотехнике). В справочниках - на начало века. Химики-практики интересуются литературой середины прошлого века. За рубежом старые фонды научной и, в особенности, технической литературы становятся объектами возрастающего интереса. А у нас? В областной НТБ сведены к нулю фонды 20 - 40-х г.г., а когда-то библиотека получала каждый обязательный экземпляр, наравне со столичными. В ГПНТБ СО РАН идет соответствующая "чистка" фондов, к которому было бы полезно подключить гласно самый широкий круг специалистов города ...

Возникает вопрос, как в условиях, когда инженерство стало массовым, передать без потерь, в условиях беднеющих фондов памяти библиотек, основы опыта предшественников и повседневной практики инженерного дела всем, и каждому, кому выпадет стать инженером. Как научить становиться инженером?

*Что же это такое, "инженерные знания"?*

Вернемся к истокам. В конце XIX - начале XX века российский инженер Петр Климентьевич Энгельмейер, соединив традиции немецкой инженерной школы и русского инженерного опыта, выдвинул и обосновал тезис о независимости инженерного дела, или еще шире - "техники". В работе [3] он, помимо обзора технических достижений, выявил приемы инженерной деятельности, которыми в то время достигался полезный эффект. В 1911 г на Международном конгрессе по философии получила одобрение и поддержку его попытка выделить технику в отдельную область изучения и деятельности, отдельную от науки, со своими законами: "техника есть деятельность, направленная на Пользу, как искусство - на Красоту, наука - на Истину, а этика - на Добро" (Энгельмейер П.К. "Философия техники" Вып.1. Общий обзор предмета. М., 1912.) Этот доклад был сделан в стенах теперь уже бывшего МВТУ, а затем, была прервана связь времен, причем столь надежно, что приступая к серьезной реорганизации обучения, вуз даже не вспомнил о собственных традициях ... В 60 - 70 годы в нашей стране велись работы по "философии техникзнания", в основном, о месте и роли технических наук в познании окружающего мира. А это, как мы видели, совсем не то, что нам требуется.

*Так что же нам делать?*

Ну, во-первых, издать все работы Петра Климентьевича, давно ставшие библиографической редкостью. Они, увы, не устарели. А во-вторых, ставить обучение инженерному делу, а не только техническим наукам, ибо знание не заменит умения. Как учить тому, чего почти еще нет? Ведь можно учить либо наукам ( по книгам плюс демонстрации в лабораториях ) либо приемам, методам, если есть традиция передачи опыта, как, например, у художников. Любое живое дело начинается и поддерживается людьми, и не людьми вообще, а весьма конкретными, "влезшими" в свое дело "по уши", а не по указанию или моде. Таков был Энгельмейер. Что же должны знать и уметь сегодня те, кто рискнули бы вести обучение будущих инженеров инженерному делу? Что должен знать будущий инженер?

Конечно же, ему нужен опыт. В любом деле без личного опыта ничего сделать нельзя. Чтобы передать будущим инженерам "ноу-хау" инженерного дела, надо иметь в нем хороший опыт, опыт разработок с выходом на массовое

производство. Конечно, инженер не сводится к разработчику, но функция проектирования была и есть в технике ведущая.

Одного опыта мало, нужно его осознание и критический анализ. Нужно знание мирового инженерного опыта, возможных подходов и приемов в работе инженера. А это дается постоянным чтением, размышлением и дискуссиями.

Опыт и его осознание достаточны для индивидуальной передачи "ноу-хау", как в старину. Для системного образования нужен взгляд сверху; понимание места техники, инженерного дела в общественном разделении труда; знание взаимоотношений "наука -техника", истории техники, ее идей, связей технических систем друг с другом, знание закономерностей развития техники.

База опыта и понимания сама по себе позволяет передать в процессе научения или консультирования лишь общие соображения, подкрепленные примерами, поэтому для действительного становления обучения, преподаватель должен владеть методикой и иметь опыт содержательного анализа инженерных задач, знать методы технического творчества, иметь навыки изобретательства и уметь их передать другим, уметь выявить спектр тенденций развития той или иной подотрасли или отрасли техники, уметь разрешать проблемные ситуации технического характера, и еще, и еще многое, многое ...

Указанные умения составляют на сегодня наряду с умением конструирования основу арсенала "ноу-хау" инженера. Почему так? Дело в том, что новая техника возникает на базе старой, поэтому надо уметь выявить, что уже отмирает, "отжило", что может развиваться, какие технические решения и почему более перспективны, и в каких условиях. Надо уметь делать анализ противоречивых ситуаций в развитии технических систем, в их взаимодействии с окружающей средой. Одним из важнейших умений инженера является способность предвидеть не только заказанный ему полезный эффект проекта, но и все побочные и отдаленные негативные последствия "внедрения" этого решения. Для развития подобного качества нужно воспитание особого умонастроения, ответственности за свои действия, анализа их до их свершения, и умения проводить такой анализ. На первый взгляд, проекты, осуществление которых ведет к ухудшению среды обитания, это результат реализации ведомственных интересов. Это так, но не только так. Интересы ведомства формируются постепенно людьми, его составляющими, и если это люди, неспособные мыслить о последствиях своих решений ( а это бывает гораздо чаще, чем мы думаем ), если эти люди полностью поглощены только реализацией тех задания, то и интересы будут формироваться сначала у них, а затем - как стиль работы ведомства, типа "день прожит, и слава Богу". Умение видеть свою задачу в цепи причин и следствий дается с трудом и требует специальной тренировки.

Важнейшими умениями инженера, ценимыми в мире более всего, считают конструирование и изобретательство. Это две стороны единого процесса создания вещей. Конструирование несет опыт, знания, фон предыдущей техники, опирается на установленное в науке и практике. Изобретательство - это выход на новое, обеспечение динамики развития техники. От инженера требуется помимо умения конструировать и изобретать, умение применять ко времени обе способности, анализируя весь веер возможных последствий. Инженера не должно смущать ни требование изобрести по заказу, ни вывод о необходимости воздержаться от новинки. Его цель -обеспечить *Пользу*, а не тот или иной ход работ ( консервативныйили инновационный).

Откуда же взяться всем этим знаниям и умениям? Что-тодолжно иметь будущему преподавателю в начале деятельности, а более - нужны наработки в виде консультаций, разработок, разбору тупиковых ситуаций, аварий и т.д., и систематизации всего этого. Нужны исследования, предваряющие преподавание. Можно предположить ( это мнение автора ), что исследования, практические работы и преподавание должны относиться как 5:4:1 для периода становления процесса преподавания инженерного дела. Так чему же надо учить будущего инженера? Прежде чем суммировать сказанное, вновь обратимся к накопленному зарубежному опыту [2]:

**Фактические знания**

**Квалификация**

**Собственная точка зрения**

- 1.Естественные и технические науки
- 2.Инженерная технология
- 3.Науки об обществе и человеке
- 4.Прочие области знаний

- 5.Измерения
- 6.Моделирование
- 7.Математика
- 8.Способы отображения (схемы, чертежи и т.д.)
- 9.Составление заключений
- Постановка экспертизы
- 10.Умение эффективно работать с людьми
- 11.Общение

- 12.Объективность
- 13.Умение спрашивать
- 14.Профессиональный подход
- 15.Отсутствие ограничений взглядов
- 16.Творческая неудовлетворенность
- 17.Чувство долга

**Используются в процессе решения задач, стоящих перед инженером**

*Чему учат сегодня?*

Очень обстоятельно естественным наукам, еще более обстоятельно - техническим, начинают сознавать необходимость гуманитарного образования. В процессе обучения знакомят с моделированием, измерениями, способами отображения, учат математике. Все! Инженерная технология, а точнее, методы работы инженера даются слабо и фрагмен-

тарно ( курсовые, дипломные проекты, мимолетная производственная практика, расчеты ), а о прочем можно и не упоминать.

*Что нами предлагается?*

Рассматривать инженерное дело прежде всего как **Ремесло**, как деятельность. Все обучение организовать вокруг идеи получения **Пользы** в широком смысле слова ( *Польза согласно потребностям общества без нанесения вреда ему, среде обитания и т.п. здесь, теперь, вокруг, потом* ). Тогда в соответствии с универсализирующим взглядом на вещи, должно быть дополнено ( и весьма существенно ) изучение философии ( была же в начале века "философия техники" ), а на ее базе - изучение места техники среди других сторон жизни общества. Изучению подлежат предположения, лежащие в основе успешной инженерной деятельности ( они не столь тривиальны, как можно подумать и обычно не осознаются ). Инженер должен знать объекты и процедуры инженерной деятельности ( упомянем те, которые широко известны: техзадания, проекты, макеты и т.д.; проектирование, эксплуатация и т.д. ). Мы знаем, что, например, продуктом труда разработчика является проект устройства, мы примерно знаем суть процедур проектирования, эксплуатации, а нынче стали замечать и процедуры ликвидации технических конструкций. А этот перечень объектов и процедур много шире. Подлежат ( это стало теперь ясным ) тщательному изучению вопросы безопасности техники ( в т.ч. для природы ), вопросы отыскания технических идей и решений, в частности, в фондах библиотек.

*Кого учить?*

В первую очередь, студентов технических вузов, но не только их. Значительная часть выпускников университетов идет в отрасли, так что соответствующее обучение в университетах было бы не лишним. Кстати, вот довод в пользу недостаточности того обучения, которое даст технический университет, как предполагается в бывшем МВТУ - выпускники университетов и МФТИ легко осваивают сами объемы знаний технических наук, но трудно входят в инженерную профессию и предпочитают либо работу расчетчика, программиста, либо, осваивая производство, терпят теоретическую подготовку, чему не раз приходилось быть свидетелем. Требуется до-подготовка преподавателей вузов, школ, техникумов, да и работающим инженерам многое из предложенного не помешало бы.

II

Великая цель образования

-

это не знание, а действие.

Герберт Спенсер

*Кем должен быть выпускник технического вуза?*

"Заказчиками" в вузу являются студенты и предприятия, где будут работать выпускники. Что же нужно предприятию? А чтобы выпускник вуза, начинающий инженер **умело** выполнял свои производственные функции. Не более, но и не менее. Не "знал", а "умел". Знание - лишь средство умелому для действия.

Пишущему эти строки довелось начать производственную деятельность (в конце 50-х г.г.) в одном из крупных СКБ того времени по радиоэлектронике и вычислительной технике, и по ходу дела возникла проблема расчета и проектирования процесса охлаждения крупной стойки ЭВМ. Так как в вузе радиоинженеров этому учили в общих чертах, автор запросил срок на "изучение вопроса". Последовал ответ: "Две недели. Инженер может что-то не знать, но он должен уметь все!" Это было профессиональное требование к молодому инженеру со стороны одного из крупнейших Главных Конструкторов того времени. Запомнилось прочно: еще бы, пришлось требование выполнить! Это и есть производственное требование к инженеру: *уметь делать все, что потребует производство*. Думающий студент заинтересован получить статус умелого профессионала, чтобы получить престижную, хорошо оплачиваемую работу. Отсюда, вуз так должен учить, чтобы его выпускников "отрывали с руками", при этом "товарными" качествами выпускников должны быть его возможности: что он сумеет делать в КБ, НИИ, на заводе и т.д.

Современное производство понимает - без знаний нет умений. Поэтому выпускник должен характеризоваться и объемом знаний, и перечнем умений. Одна же оценка выпускника через объем и номенклатуру знаний носит косвенный характер: можно знать как и почему едет велосипед, но не уметь на нем ездить. Крупные технические вузы дают приличные знания. Недоработки в системе высшего образования применительно к преподаванию наук в общем-то видны преподавательскому корпусу и будут восполнены - это видно из ведущихся дискуссий. а вот умения ...

*Что должен уметь инженер?*

С точки зрения производственника умения инженера могут быть выявлены из рассмотрения тех функций, которые ему требуется выполнять на разных стадиях жизни технической системы (ТС). Например, для изделия можно выделить такую стадиальность жизненного цикла ТС:

- - выявление потребности;
- - постановка задачи;
- - создание технического задания;
- - наработка спектра технических решений;
- - выбор технических решений;
- - проектирование (эскизное, техническое, рабочее);
- - макетирование;
- - испытания;
- - подготовка производства;

- - изготовление;
- - поставка;
- - эксплуатация и ремонт;
- - снятие с эксплуатации;
- - ликвидация.

Разные источники и разные производства и страны придерживаются различного перечня стадий жизненного цикла ТС. Предложенный нами выбран как "равнодействующая" некоторых известных, и отражает собственный производственный опыт автора.

На первый взгляд, к примеру, подготовка производства может быть изучена на лекциях: есть Система разработки и постановки продукции на производства, зафиксированная в ГОСТах, в чем же сложность? Первое с чем столкнется слушатель - это смысловое и предметное наполнение терминов и формулировок этой Системы. Никакая дедукция здесь не поможет: надо знать фактуру. Значительная часть объема и содержания этих терминов и формулировок плохо вербализирована, и познается на примерах. Поэтому необходимо сформировать личный опыт у каждого выпускника; именно опыт, а не знание. Что-то даст производственная практика, но ее недостаток в том, что практика ближе к наблюдению, а опыт нарабатывается в деятельности, под "прессом" ответственности за ее результаты.

Так и с другими стадиями жизненного цикла ТС. На взгляд автора, здесь невозможно заочное обучение исключая случай, когда слушатель уже работает инженером). Таков, например, опыт обучения изобретательству в системе "ТРИЗ": за более чем 35 лет появилось на всю страну менее полдесятка заочников - опыт заочного обучения был полностью негативен.

По нашему мнению, постановка инженерного дела в высшей школе (обучение "умениям") должна, в частности, включать в себя:

- опыт инженерной деятельности (участие в крупных проектах);
- опыт оперирования реальной техдокументацией разного рода;
- навыки изобретательства;
- умение анализировать фонды НТИ;
- умение содержательно анализировать инженерные задачи;
- владение основными процедурами инженерной деятельности по стадиям жизненного цикла ТС;
- владение навыками работы в нештатных ситуациях, и многое здесь не упомянутое.

Эти умения должны цементироваться знаниями истории техники и методологии инженерного дела (в старину сказали бы "философии техники").

Анализ сложившейся в инженерном образовании ситуации (см. часть I) позволяет говорить о неизбежности возникновения соответствующих форм обучения. Вопрос в том, как они возникнут, кем, когда и как будут поставлены и поддержаны и каков будет уровень обучения. Опыт массового обучения инженерным умениям в стране есть - радиолюбительство в ДОСААФ, авиа- и автолюбительство, наконец, более чем 30-летнее преподавание "ТРИЗ" на общественных началах. Примечательно, что попытки прямого включения соответствующей дисциплины в вузовские программы успеха не имело: сколько попыток (с конца 70-х г.г.) столько и отторжений. Требуется специальный анализ возникшей коллизии: видимо, различны методы преподавания наук и обучения умениям.

Представляется необходимым становление курсов инженерного дела, включающих в себя изложение общинженерных знаний и практику решения инженерных задач. Ведению таких курсов должны сопутствовать исследования по основам инженерного дела. Эти исследования не сводятся к изучению системотехники или совокупности технических наук, а включают в себя изучение объектов и процедур инженерной деятельности. По-видимому, прикладные работы, теоретико-методологические исследования и преподавание поначалу должны соотноситься как 4:5:1.

*Что нами предлагается?*

Рассматривать инженерное дело прежде всего как **Ремесло**, как деятельность. Все обучение организовать вокруг идеи получения **Пользы** в широком смысле слова (*Польза согласно потребностям общества, без нанесения вреда ему, среде обитания и т.п. здесь, теперь, вокруг, потом*). Тогда в соответствии с универсализующим взглядом на вещи, должно быть изменено, и весьма существенно, обучение философии (была же в начале века "философия техники"), а на ее базе - изучение места техники среди других сторон жизни общества. Изучению подлежат предположения, лежащие в основе успешной инженерной деятельности (они не столь тривиальны, как можно подумать и обычно не осознаются). Инженер должен знать объекты и процедуры деятельности (упомянем некоторые широко известные: техзадания, проекты, макеты, модели и т.п., и т.д.). Мы знаем, что, например, продуктом труда разработчика является проект устройства (не макет!), мы примерно знаем суть процедур проектирования, эксплуатации, а ныне стали замечать и процедуры ликвидации технических систем. А этот перечень объектов и процедур много шире. Подлежат (это стало теперь ясным) тщательному изучению вопросы взаимодействия техносферы и биосферы, вопросы отыскания технических идей и решений и пр.

Естественно, весь этот комплекс проблем требует серьезных коллективных усилий.

*Кого учить?*

Во-первых, студентов технических вузов, но не только их. Значительная часть выпускников университетов, пединститутов и пр. идет на производство, так что и для них такое обучение было бы не лишним. Особо следует рассмотреть вопрос переподготовки специалистов, уже работающих на производстве.

Во-вторых, преподавателей технических вузов. Для ориентации преподавания науки на нужды производства, преподаватель, особенно выпускных дисциплин, должен прочувствовать (понять недостаточно) особенности производства, его взгляды на роль и способ применения знаний, пропустить через себя как будет использовать на производстве его науку выпускник.

Кого почти бесполезно учить инженерному умению в полном объеме? Опыт преподавания изобретательства (ТРИЗ) показывает, что лица, не имеющие производственного опыта, не чувствуют важности практических задач, особенностей ситуаций, склонны упрощать их, иметь дело с моделями, отбрасывая как несущественные многое из того, что будет камнем преткновения на практике. Доказать ошибочность такого упрощения видения невозможно: оценка весомости того или иного фактора в ситуации - результат опыта. Не исключено, что обучение инженерному делу в полном объеме окажется доступным лишь для лиц, прошедших практику производства в НИИ, КБ, на заводе и пр.

**Автор полагает, что общество стоит перед необходимостью изменения глубинных установок в системе образования и воспитания, ибо умножение благ возможно лишь через квалифицированный, умный труд, а это означает переориентацию образования, осознания важности деятельностной компоненты и как образовательной, и как воспитательной.** Но об этом в другой раз.

*Кому учить?*

Ни в вузах, ни в Академии таких специалистов не готовят. Мы упоминали, что среди перечня научных специальностей ВАК нет ни одной, которая занималась бы техникой как целым. Дадим некоторые требования к квалификации такого специалиста:

- знание методологии естественных наук и математики;
- опыт инженерной деятельности (крупные проекты и т.п.);
- знание инженерного "фольклора" (основная информация в области техники - это техдокументация разного рода и сопутствующая ей устная информация);
- вкус к рефлексии собственной деятельности;
- определенная подготовка в области математики (дискретной);
- знание методов технического творчества и навыки изобретательства;
- умение выявлять по фондам НТИ спектр тенденций развития видов техники;
- опыт содержательного анализа инженерных задач;

Курс обучения и программа исследований должны содержать:

- общую картину инженерной деятельности на феноменологическом уровне (см. например, [2]);
- вопросы методологии (статус инженерного дела, отличие от научной деятельности и т.п.);

предположения, лежащие в основе инженерной деятельности;

описания объектов инженерной деятельности;

(проектные описания технических систем разной степени развернутости

типовые соотношения между описаниями);

описания процедур инженерной деятельности (анализ спектр тенденций развития; нахождение технических решений, в том числе методами изобретательства; проектирование; производство; эксплуатация и ремонт; ликвидация);

- вопросы безопасности техники и в технике;
- вопросы отыскания технических идей и решений, в частности, методами "теории решения изобретательских задач" (ТРИЗ);
- методы "свертывания" технических систем;
- вопросы работы с фондами НТИ.

Некоторые соображения о дальнейших шагах будут представлены ниже.

### III

Метрон - ари-  
стон"

*Некоторые соображения о дальнейших шагах.*

На взгляд автора, требуется разработка программы развития будущей системы образования применительно к конкретному техническому вузу, группе вузов или создание вневузовской системы подготовки и переподготовки по инженерному делу. В рамках такой программы требуется установление источника финансирования и решение вопроса о привлечении и обучении кадров будущих преподавателей. Коснемся некоторых негативных реакций на внедрение инноваций подобного типа, реакций, которые будут работать как антиприемы на введение нового. Мы не будем касаться вопроса о том, как поведут себя те или иные слои преподавателей: в конце концов появление обучения умениям будет востребовано "заказчиком", и преподавательский корпус так или иначе воспримет эти изменения. Важно избежать грубых ошибок тем, кто непосредственно будет ставить новое дело.

*Первая пара ошибок:*

объявить обучение инженерному делу волшебным средством, способным ликвидировать все затруднения в высшем техническом образовании; разрекламировать его внедрение в том или ином месте заранее, до реальной постановки дела;

поставить обучение путем приказного назначения служб, людей, которые не знакомы по сути с методами инженерной деятельности, не верят в необходимость обучения ей, или неспособны воспринять на себя всю полноту ответственности.

Опыт показывает, что "сверхрекламой" занимаются как раз те, кто в дело не верит, "ставит" на его завал, либо на "снятие пенек". Поэтому основой правильного становления инженерного образования будет подход, при котором будет обеспечено небольшое исходное "дотационное" финансирование деятельности тех, кто реально работает в данной области в форме, например, соответствующей службы, лаборатории и т.п. с курсами по индивидуальной(пере)подготовке для тех, кто заинтересуется получением соответствующих навыков из числа преподавателей, производителей и выпускников.

*Вторая пара ошибок:*

- введение соответствующих курсов в вузовскую программу "сходу", без достаточной "лабораторной" проработки;
- бесконечные разговоры о необходимости обучения инженерному делу без такового.

На наш взгляд, правильным, опять-таки, будет создание небольшой организации по экспериментальному (назовем это так) обучению инженерному делу. Возможным вариантом было бы, поддержанное сильным вузом или группой вузов, обучение какой-либо относительно новой, актуальной инженерной специальности с высокой степенью востребованности в ней к осознанному владению методами инженерной деятельности. Такая программа может быть предложена нами соответствующему распорядителю ресурсов.

*Третья пара ошибок:*

- противопоставить обучение "умению" обучению знанию, повести дело без традиционных преподавателей технических и иных наук;
- попытаться поставить обучение инженерному делу в традиционной форме лекций и семинаров: произойдет формальное усвоение описаний чужого умения (вроде, как вместо обучения езде на велосипеде, просто слушать об этом рассказы).

Постановка обучения относительно новой специальности (комплексного характера) позволит объединить усилия преподавателей наук вокруг задачи становления нового вида специалистов.

*Четвертая группа ошибок:*

- заявить потенциальному заказчику (студентам и производству), что введение обучения методам инженерного дела даст немедленный эффект, на производстве начнутся "чудеса" (вроде, как обещалось, когда вводили АСУ);
- не сформулировать требования к полезному эффекту обучения инженерному делу.

Для избежания последнего потребуется сформулировать и жестко выдерживать требования к минимуму умений у будущего специалиста и у преподавателя. Например, преподаватель должен уметь "сходу" входить в проблемные технические ситуации, вместе с "заказчиком" или слушателем непосредственно в аудитории доводить до решения производственные задачи.

*Пятая пара ошибок и ее обход:*

- поставить обучение инженерному делу на голом энтузиазме тех, кто готов этим заниматься, на общественных началах;
- заниматься административным творчеством, создавать штаты, выбивать новые площади и т.п., и т.д.;

Начало положено в форме обучения изобретательству (ТРИЗ), необходимо такое же начало обучения на любых подходящих площадях, при минимальном финансировании (в частности, для вновь вводимых в дело преподавателей - использовать статус приват-доцента).

Есть и еще ряд подобных опасностей и ошибок внедрения инноваций (см. работы Г.Альтшуллера, Б.Злотина, 1989), но и сказанного для начала достаточно.

Изложенное опирается на опыт проектно-инженерной и прогнозно-инженерной деятельности автора, а также на опыт преподавания методов технического творчества и консультирования ( см., например, [4 - 10].

#### **Литература:**

1. Зегвельд В., Энцинг К. "СОИ: технологический прорыв или экономическая авантюра?" ,М., 1989, с.187 ).
2. Э. Крик "Введение в инженерное дело", М., 1970 );
3. "Технический итог XIX века", М.,1898,
4. "Методика технического творчества", ч. I-III, Новосибирск, НГУ, 1980;
5. "Анализ проблемных ситуаций в инженерном деле", в кн.: Создание и интеграция документальных и фактографических ИПС, Новосибирск, ГПНТБ, 1988;
6. "Барьер `Наука-техника`", в: Наука в Сибири, 14.04.1988;
7. "Экспертиза и консультирование в современной библиотеке", в: Эффективность использования документальных баз данных в научных исследованиях, в соавт. с А.М.Нестеровым, Новосибирск, ГПНТБ, 1989;
8. "Проблемы методологии техники: прескриптивный подход", в: Социально-философские проблемы творческой активности ученых и инженеров, Томск, ТНЦ,1990;
9. А.В.Нестеров "Компьютерные методы и средства глубокой обработки, анализа и синтеза общедоступных документов, Новосибирск, 1991, разд.2.4, соавторство).

ТРИЗ: условия выживания и принципы "вживания"

И.В.Иловайский

Заочный доклад на конференцию Ассоциации ТРИЗ (лето 1997).

Если тебе дадут линованную бумагу --  
пиши поперек! Хуан Рамон Хименес.

Самые лучшие ресурсы - это НЭ!

1. ТРИЗ сложился как дисциплина-деятельность "изобретательство" (в широком смысле этого слова). Базой (ядром) его является "железный ТРИЗ": - у прочих ответвлений ТРИЗа нет собственной базы, и при затухании функционирования "железного ТРИЗа" эти ответвления сойдут на нет, рассыпавшись на отдельные приемы и ухватки: отсутствует тот задел (ок. 35 000 человеко-лет труда), что есть в "железном ТРИЗе".

В нынешний момент при скукоживании \_системы преподавания "железного ТРИЗа", необходимы либо-либо:

Либо: - наработка в "нежелезном ТРИЗе" собственных информфондов и практических задач ("патентов") сопоставимых объемом и доказательности, что в "железном ТРИЗе";

Либо: - инкорпорирование ТРИЗа в действующие долгоживущие институты общества (в первую очередь, в образование). (Возможность "и-и" требует, по крайней мере, второго "либо").

Заметим, что классическая система школ ТРИЗ держалась на принципах 1-го этапа развития ТС, в том числе на личностном факторе, в первую очередь на Г.Альтшуллере. Как быть?

2. Требуются кардинальные изменения .. Требуется ТРИЗ-решение - как быть?

Опыт преподавания ТРИЗ в вузах плачевен - быстрый переход к лекциям, "элементам ТРИЗ-в-курсе-Х", уменьшение числа часов, снижение уровня усвоения, отторжение. Конечно, есть энтузиасты...

Кроме того, смею утверждать, что самостоятельный школьный ТРИЗ невозможен: - школа в основном служит ступенькой в вуз, и то, что требуется в вузе (при поступлении, в учебе), то и культивируется в школе: - так было всегда, в силу структуры систем западного образования с начала средних веков. И понятно, учат тому, и так, что и как востребуется той или иной подсистемой ("институтом") общества. И так, "запускающим", "базовым-для-востребования" является вузовский ТРИЗ, который был бы органично вплетен в систему высшего образования. Таким на собственной базе может быть, повидимому, только "железный ТРИЗ": наработаны (35 000 чел/лет труда) информфонд, четкие критерии успешного преподавания; потенциальная востребованность в производство.

3. Имеем АП: ТРИЗ надо ввести в вузовское преподавание (а "железный ТРИЗ" - тот только во вузовское!), и нельзя - отторгаться: чуждая вещь для сложившейся системы (высшего) образования: - не может ТРИЗ стать "еще одним вузовским предметом" (см. И.В.Иловайский "Проблема и книга: почему и зачем написана книга "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности" и о чем она", 1996, ф.ЧОУНБ).

Переходим к ТП: Нужно такое преобразование системы высшего (технического) образования которое бы:

- было неотъемлемо от накопленного опыта, традиций существующего вузовского образования ("не меняло бы его"), и, одновременно;

- было невозможно без ТРИЗ (ТРИЗ должен быть базовым для новой системы образования в вузе, (в первую очередь, во вузе).

Но ТРИЗ не состыкуется с комплексом обучения наукам в вузе (во втузе): и не может - науки излагают знание (с зачатками умения), а ТРИЗ - в первую очередь - дает умение. Как ввести обучение умениям во втузе так, чтобы это воспринималось бы как безусловное, неопровергаемое деяние? Ведь чуждо же умение вузовскому обучению (= почти чуждо). И все же - во втузах готовят (и это признают все) - практического деятеля-инженера. Это-то и надо обыграть! Тем более, что деятельностьная подготовка инженера оставляет желать много лучшего, что уже признано в вузовской среде в той или иной форме. Действительно, изначально (в письменной культуре) были две линии обучения:

- "наукам", постижению картины мира (теоретические знания - поиск истины), которые выросли на поиске Истины в монотеистических религиях (см. императивы, двигавшие Ньютоном, Кеплером, Галилеем, а в наше время - Эйнштейном), что при изменении вида Истины вызывало яростное отторжение...: таков путь науки по-европейски...;

- мастерству, Ремеслу (цеховая система обучения), которая медленно эволюционировало и преследовало не поиск Истины, а следование Образцу и поиск Пользы.

В современном мире вторая линия стала подчиненной (и выжила только в искусстве): "применение наук", в лучшем случае - осталась система профтехобразования в ФРГ (этакий реликт-синтез цехового обучения ремеслам с полунатурным образованием). Итак, надо (ФП на макроуровне):

- оставить (почти) нетронутым нынешнее обучение наукам в вузе;

- ввести обучение умениям, мыслительности.

Для вузов, чья "продукция" проходит испытания практикой производства:

- оставить обучение техническим и фундаментальным наукам;
- ввести научение ("тренинг") инженерному делу (а что еще давать инженеру!). А оно есть мыследеятельность, и не предусматривает кручение гаек (см. Э.Крик, "Введение в инженерное дело", М., 1970); ввести обучение инженерной мысле- и орг-деятельности.

Как показывает опыт прошлого, становление инженерного дела требовало либо, исключительно талантливых людей (Леонардо да Винчи, Эдисон), либо появления (на каждом этапе развития своего) базового умения. Сегодня таковым стало умение эффективно мыслить. Именно поэтому почин П.К.Энгельмейера (прикладная "философия техники", 1911) не был подхвачен! (ТРИЗ ЕЩЕ НЕ БЫЛ СОЗДАН!). Базовым умением инженера является креативная (созидательная) деятельность. В прошлом можно было идти по пути подражания, проб и ошибок, сегодня такой деятельностью стало "прицельное" изобретательство.

Вот мы и пришли. ТРИЗ может и должен быть базой научения инженерному делу. В бисистеме инженерные "ЗНАНИЯ - УМЕНИЯ" вторая половина невозможна без ТРИЗ. Включение во втуз в качестве неотъемлемой части обеспечит ТРИЗу вживание в систему высшего образования, востребованность в школе и выживание. Нет ничего стабильнее систем общественного воспроизводства человека. Итак, памятуя советы Злотина, "присоединимся к потоку".

Для реализации указанного пути решения указанной задачи от нас требуется:

- профессиональное ознакомление со ВСЕЙ предметной областью техники;
- профессиональное овладение ВСЕМ комплексом умений инженера (инженерным делом) - до уровня "активного преподавания";
- раскрутка соответствующего обучения в форме, например, магистратуры для инженеров (нужно показать путь на примерах, "на себе").

Развернутую аргументацию см.: И.В.Иловайский "Проблема и книга: почему и зачем написана книга "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности" и о чем она", Н.,1996, 8 стр. (ф.ЧОУНБ).

И.В.Иловайский "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности", Н., 1984 - 1995, 386 с. (ф.ЧОУНБ).

На Ваше открытое письмо в  
"Новостях ТРИЗ-движения,  
октябрь-ноябрь 1998 (8/98)"

Гасанову Александру Искандеровичу  
107497 Москва,  
ул.Новосибирская д. 1, корп. 2, кв. 104  
Копия: "Новости ТРИЗ-движения"

Сударь!

Полностью разделяю Вашу тревогу о будущем ТРИЗ Полностью согласен, что важнейшим условием запуска ТРИЗ на саморазвитие является его естественное включение в вузовские (особенно втузовские) программы обучения. Как включать? Возможны ли (эффективны ли) курсы ТРИЗ в вузе (хотя бы в техническом?)? Обратимся к опыту внедрения. Сейчас идет третья волна энтузиазма внедрения ТРИЗ в вузы.

Был этап начала 80-х годов:

На волне успеха ТРИЗовских школ энтузиасты "пробили" Решение Коллегии Минвуза УССР от 30.07.80 о введении дисциплины "Основы технического творчества" в учебные планы технических специальностей всех вузов республики. Был выпущен учебник А.В.Чус, В.Н.Данченко, "Основы технического творчества", Киев-Донецк, "Вища школа", 1983, 184 с., тираж 16000.

Был этап второй половины 80-х годов по обучению ФСА:

См. "Справочник по ФСА", М., "ФиС", 1988, 431 с., тираж 24000  
стр. 384-390 Обучение ФСА в технических вузах, есть раздел о ТРИЗ;  
стр. 391-394 Обучение ФСА в экономических вузах, есть раздел об АРИЗ.

Выпущен учебник: Н.К.Моисеева, М.Г.Карпунин "Основы ФСА в технических вузах", ч.4, Методы поиска и формулирования технических решений при выполнении ФСА. Кратко приведены структура АРИЗ85, общая схема ТРИЗ (с.106-112)

В создании ТРИЗ- обучения в курсах ФСА принимали участие такие специалисты, как Литвин и Герасимов...

Идет третий этап. Вы, как москвич, должны быть в курсе: энтузиастом внедрения в технические вузы творчества на базе ТРИЗ выступает М.М.Зиновкина. Да, есть и другие энтузиасты. На личном факторе такое обучение может держаться...

Все три эпопеи велись и ведутся истинными энтузиастами ТРИЗ, используются деловые и конъюнктурные возможности, а все же ... третья попытка... Все три эпопеи, что естественно, получили солидарную поддержку ТРИЗовцев, и лично Генриха Сауловича...

А попытка-то третья... Что, Генрих Саулович не разобрался в ситуации? Нет, просто нельзя было отказывать в поддержке и этим и другим попыткам "внедрения" ТРИЗ в вузы: нельзя же расхолаживать людей. Нельзя же отказываться использовать возможности популяризации ТРИЗа! И сегодня нельзя расхолаживать людей: у них опустятся руки.... Поэтому столь жесткий критический анализ носит конфиденциальный характер, не для всеобщего сведения, отнюдь!

В чем же дело? Как быть?

Для того, чтобы ввести что-то во что-то надобно знать природу обоих объектов. Школа, в том числе высшая, т.е. ВУЗ, учит знаниям: такова ее цель, суть, ее традиция. ТРИЗ исходит из умений (навыков) рациональной творческой деятельности. Это не по части науки. (Конечно, и в ТРИЗ есть блок знаний, более того, из него можно вычлнить ТЕХНИКОВЕДЕНИЕ, но это будет именно переложение .....). Исчезнет главное: движение ищущей мысли, останутся зарегистрированные факты и закономерности. А это и будет смерть ...

Как быть?

По сути, сам ТРИЗ, его развитие, опыт жизни и деятельности Г.С. (да и собственные синяки да шишки) приводят к выводу:

Путь 1-й: - **все естественные (да и гуманитарные) дисциплины преобразуются в виде ТРИЗ-проблем...** (см. "Консультационные рекомендации по становлению системы развития сильного (результативного) мышления учащихся (по двум школам г. Новосибирска)", И.В.Иловайский, А.С.Козлов, март - ноябрь 1995 г.(деп. в ЧОУНБ; недавно отослана рукопись нашей статьи "А что если?.....Как вживить ТРИЗ в школьные программы отныне и навсегда", Новосибирск, ноябрь 1998.).

Путь 2-й: - **выход в надсистему. Это мои работы по инженерному делу:**

Из письма к Генриху Сауловичу от 16.05.97:

*Необходима подформулировка-конкретизация-возвышение цели сохранения-развития уже-сделанного (в) ТРИЗ. Такая, чтоб она отвечала критериям Достойной Цели, сформулированными Вами и Вашими учениками в ЖСТЛ (с некоторым "приземлением": "железный ТРИЗ" вроде бы вошел во II-ю стадию жизни по ЗРТС).*

*Надеюсь, будет выработана многовариантная стратегия...*

*Со своей стороны, базирясь на проработанном (и выстраданном) мною направлении интересов, предлагаю к широкому обсуждению один из путей вывода ТРИЗ-ситуации в надсистему (или, м.б., создание таковой) в форме инженерного дела (преподавания, консалтинга и т.п. развития):*

|   |  |
|---|--|
| <i>инженерное<br/>втузовское<br/>знание-образование</i> | <i>инженерное<br/>дело-умение<br/>сбазированное<br/>на "железном ТРИЗ"</i> |
|---|--|

*желательная Бисистема "инженерное образование"*

*Естественно, со временем, ЗРТС (а м.б. и еще что-то из ТРИЗ) "перетечет" в левую подсистему, в блок "знания", но пусть это сделают те, кто сейчас полуютторгают ТРИЗ. "Отнимем" у них <системное техниковедение> = ЗРТС + ..., "переведем" пока весь ТРИЗ в блок "умения": станут выдирать и тащить себе со страшной силой...*

*Посылаю Вам для съезда текст своего заочного выступления:*

*"ТРИЗ: условия выживания и принципы вживания", май 1997."*

От Г.С. возражений ни на письмо, ни на доклад, ни на дайджест книги **не поступало...** Г.С. передал мой доклад организаторам съезда Ассоциации ТРИЗ...

Из письма от 29.08.97

*"Ваше замечание о "внешних факторах" понимаю. Много изменилось и в мире, и в ТРИЗе, и в тризовцах. Именно поэтому был предложен выход в надсистему "инженерное дело" - как средство от измельчания работ, как средство предоставить Цель весьма высокого ранга, "подхватить" базовый "железный" ТРИЗ. К сожалению, она же требует работы, работы, и еще работы, а многим кажется, ежели набил руку на решении задач, "усек" идеи ТРИЗа, и все в порядке. Иди и неси "доброе, мелкое, вечное"... За Вами-то стоит обширный пласт учебы, и несвоевременной, а восходящей к традициям начала века, когда человек знал и умел поболее своей узкой специальности... Так называемый "общий культурный уровень", видимо, по крайней мере, для ведущих специалистов в любой области жизненно необходим. А то получается у мелкоиспеченных тризовцев, как в анекдоте : ТРИЗ "как чемодан без ручки, и бросить жалко, и тащить неудобно"*

**Представляется, что как фактор общего развития, так и фактор ценностного отношения к делу и миру, выходят на первый план.**

Путь 3-й - **создать постоянное действенное противостояние (противоречие):**

**<официальная наука --- ТРИЗ-движение, >**

В романе И.Ефремова "Туманность Андромеды" есть прекрасный эпизод - как в обществе людей, настроенных на доброжелательность и сотрудничество, рассматривают проблемные ситуации : "Обсуждайте! Все, кто думал и работал в этом направлении, все обладающие сходными мыслями или отрицательными заключениями, - высказывайтесь!"

Искренне, с предложением наладить сотрудничество по вопросам научения навыкам и обучения знаниям по инженерному делу,

01.01.1999.

И.В.Иловайский

Иванову Г.И.  
Ангарск, Иркутская обл.  
Россия

Здравствуйте, уважаемый Геннадий Иванович!

.....

Посылаю Вам с этим письмом мое "второе лицо", покрытое забралом и обращенное к внешнему миру - доклад на II Международную конференцию по образованию (Новосибирск, НГТУ). Доклад был зачитан, тезисы опубликованы. Конечно, трудно продрагаться сквозь 400 преподавателей, но тина колыхнулась. Доклад читали за меня - я побаливаю.

Об инженерном образовании.

Преамбула.

В обществе существуют нерепроформируемые структуры - это семья, школа, Академия, вуз. И это хорошо. Это костяк общества, он должен быть жестким. Гибкость общества (точнее, институтов социализации) должна достигаться бисистемно - парами: жесткая система - "гибкая" система.

Выводы для ТРИЗ.

Посему внедрять ТРИЗ в вуз, к примеру, Боже упаси! А вот после, рядом, до вуза - да! И обязательно в "склейке", как и положено для развитой бисистемы. **Отсюда, упор на учебно-консультационные структуры, т.е. обучение мастерству на базе реальности.** Но обучение только ТРИЗу - это плодить нестыкующихся с производством разрушителей - изобретателей или проектеров.

Да, в **принципе** достаточно инженеру освоить ТРИЗ. В принципе. Токмо в старину говаривали - "машина должна работать не в принципе, а в корпусе". А ТРИЗ - машина. Хорошая машина. Так вот, инженер - профессия массовая, а ТРИЗ - "всего лишь" эффективный инструмент. Этаким отбойный молоток здоровенной мощности. Нужна технология его применения (иначе "зашибёт" или всё разнесёт) - не только для поиска производственных задач. Когда возникают задачи - уже поздно. Основа - устранение задач (а вместе с ними и ТС), т.е. подход Литвина - Герасимова ("Л-Г - технология). Правда, Л-Г - технология предлагает частный случай процедуры "свертывания", но это - технология... .

Да, Вы правы, необходим институт (учебно-консультационный и исследовательский), на "вход" которого поступают проекты, заказы и т.п., а на "выходе" - технические решения, их внедрение, проведение снижения издержек производства и т.п. Тогда возможно осуществить путь получения диплома инженером, к примеру, по такой формуле:

в вузе

|  |                 |   |  |
|--|-----------------|---|--|
| обучение комплексу<br>  общетехнических знаний<br>  на базе фундаментальных<br>  и гуманитарных наук | = специалист по | например,<br>механизмам и машинам<br>радиоприемным устройствам<br>электрическим машинам и пр. | = бакалавр → магистр → к.т.н. → д.т.н. } |
|  |                 | после и/или рядом с вузом   |  |

|  |                                     |  |                        |
|--|-------------------------------------|--|------------------------|
| +   обучение<br>  мастерству ==<br>  инженерного<br>  дела,<br>  в т.ч. ТРИЗ,<br>  снижение<br>  издержек производства | <нет термина><br>"умелец" в области | изобретательства<br>проектирования<br>разр-ки и пост-ки изделий на пр-во<br>эксплуатации<br>ремонта<br>ликвидации<br>внедрения инноваций | = "умелец" → магистр } |
|  |                                     | в "свободном плавании"   |                        |

+ опыт производства + рекомендации = инженер!

**Можно ли в вузе вводить какие-либо "Основы творческого мышления?" По моему глубочайшему убеждению (навидался!!!) - это самый надежный путь иудизации ТРИЗа.** Во-первых, проваливалось, см. мое письмо Гасанову, во-вторых - что такое творчество? Использование ТРИЗ - по определению антитворчество, (см.

позицию Альтшуллера., Журнал ТРИЗ 97/1, стр.20). Опять-же, для ясности заменим "творчество" словом фердишюк (Мих.Анчаров, "Самшитовый лес" - //"Приглашение на праздник", романы и повести, М., ХЛ, 1986, предложение Сапозжникова, стр. 178-179). И определим фердишюк как нахождение нового без плана и программы, в противоположность работе по инструкциям. И тогда - если задачи решаются ТРИЗом, это **нетворчество**... . А если по инструкциям (по ТРИЗ) - творчество и получаются сильные результаты, тогда мозгов для творчества не нужно, тогда по алгоритмам ЭВМ лучший творец. Ну а может для красного словца и внедрения ТРИЗ, слукавим? Так именно так делают в вузах прыткие мальчишки, читая лекции о ТРИЗе и творчестве. Навидался.... Из-за этих творчеств ТРИЗ перестали уважать: "мы-де почитали книжицы - мелочь-де это" ... Да и предлагаемый Вами курс формально есть: см. Чус и Данченко "Основы технического творчества", К. 1983, а из свежеиспеченных - чл.-корр. АПН М.М. Зиновкину с выходом аж на ЮНЕСКО, и уже несколько книжек про творчество и креативность, и с задачками, задачками, и всё 2-го уровня ... .

Главная принципиальная ошибка, делаемая (из лучших соображений) всеми тризовцами, начиная с Г.С. - это представление о ТРИЗ, как о новой науке ( или науке наук). Нет!!! Время "нормальной" науки вообще кончилось - эта по-

лусистема человеческих знаний- умений- пониманий завершила свой путь развития в известной нам форме. Как наука. (см. (Кедров Б.М. "О закономерностях развития естествознания", - // "Разум побеждает", М., ИПЛ, 1979, стр. 330 - 346.). Проверил по справочникам типа "Естествознание в датах", да, похоже. Мы имеем дело с Ремеслом, умением!

.....  
Реакция на мои писания должна быть справедливо негативной: "Ну-у-у, каждый мнит себя стратегом, видя бой со стороны". И все же, мои **соображения исходят из ТРИЗ- анализа ситуации...** . И, естественно, не для цитирования в той части, которая выделена - можно незаслуженно обидеть людей - а дело в объективных закономерностях.

И о книге.

Книга депонирована в ЧОУНБ, как в твердой копии (1995, первая редакция), так и в электронной (осень 1998). Окончательный текст, который я считаю готовым для публикации (электронная редакция) есть у ряда лиц в Москве и Новосибирске, у тех, кто взялся ее хранить и предпринимать усилия к изданию. Основная задача - найти достойного спонсора, так как рецензия есть (от профессора НГТУ). Издание книги - "раскрутки" - это первый шаг, я сделал то, что мог сделать один человек - обозначил предметную область "техника" + "инженерное дело". Впервые. Много стало видеться, звучать и ощущаться совсем по-другому... Дальше идти в одиночку трудно и неэффективно. А нужно готовить энциклопедический словарь по технике (техниковедению) и инженерному делу (начал готовить), и относительно доступную в изложении книжицу на базе книги-раскрутки "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности". Нужно сделать подборку работ в этой области с экскурсом в историю... . И, наконец, главное - ставить обучение инженерному делу... . Работы невпроворот. Ищу спонсоров и коллег-соратников.

Давайте рассмотрим, обсудим и прикинем, в чем и как мы можем быть полезны друг другу в общем деле.

Искренне,  
25.04.1999.

И. Иловайский

---

И.В.Иловайский "К вопросу об инкорпорировании ТРИЗ в систему высшего и среднего образования", доклад на 1-ю конф. МАТРИЗ, июль 1999

## К ВОПРОСУ ОБ ИНКОРПОРИРОВАНИИ ТРИЗ В СИСТЕМУ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

И.В.Иловайский

Известно, что ТРИЗ, будучи системой знаний-умений-представлений, при прямом усвоении меняет установки личности, т.е. существенно определяет процесс её социализации.\*) В то же время, простое чтение лекций по ТРИЗ, либо его "использование" в тех или иных курсах будь то в вузе или в средней школе, не решает основной цели "внедрения" ТРИЗ - изменения структуры социализации. Ознакомиться - не значит принять.

Как же сделать ТРИЗ во всей его полноте а) неотъемлемой частью установок, ценностей, профессиональных норм поведения инженера, б) столь же неотъемлемой частью установок, ценностей, представлений выпускника средней школы, техникума?

Чтобы те или иные представления стали внутренне присущими личности, они должны претвориться в систему её повседневных действий. Таков приговор психологии.

Ни студент, ни школьник по опыту жизни не готовы принять аргумент о неизбежной необходимости ТРИЗ даже в технике - нет опыта столкновений с реальными производственными и деловыми задачами. Как быть?

Для того, чтобы ввести что-то во что-то, необходимо знать природу обоих объектов. Школа, в том числе высшая (вуз) учит знаниям - такова её цель, суть, традиция, такова соответствующая подготовка преподавателей. ТРИЗ, напротив, исходит из обучения умениям (навыкам) рациональной творческой деятельности. А это не по части науки. (Конечно, и в ТРИЗ есть блок знаний, более того, из ТРИЗ можно вычлениить элементы техниковедения, но это будет именно переложение...), Как быть?

---

\* Социализация - процесс становления личности, обучения и усвоения индивидом ценностей, норм, установок, образцов поведения, присущих данному обществу, социальной общности, группе.

По сути, сам ТРИЗ, его развитие, опыт жизни и деятельности Г.С.Альтшуллера приводят к выводу о возможности трех основных путей развития внедрения ТРИЗ в систему образования:

Путь первый - продолжение усилий по прямому введению курсов ТРИЗ в вузы и школы.

Путь второй - переход в подсистему - все естественные, технические (да и гуманитарные) дисциплины преобразуются в цепочку ТРИЗ - проблем.

Путь третий - переход в надсистему - выход в структуру обучения инженерному делу, в рамках которого ТРИЗ оказывается системо - и методо - образующим элементом.

**Путь первый.** Как известно из историй о Ходже Насреддине, невозможно приказать людям не думать о краснозадой обезьяне. Как только запретили - она тут как тут... Есть соблазнительная штука ТРИЗ, есть готовые структуры, штаты, ученики, студенты... Дай бог, энтузиастам успехов. И успехи будут - в меру талантливости и энтузиазма преподавателей, в меру способностей и интересов слушателей... Будет и полезный эффект, будут и нежелательные эффекты, как обычно: - важно соотношение факторов расплаты и полезного эффекта. И все же, к примеру, нынче вздымается третья волна внедрения ТРИЗ в вузы. Был этап начала 80-х г.г., когда на волне успеха ТРИЗовских школ энтузиасты "пробили" решение коллегии Минвуза УССР от 30.07.80 о введении дисциплины "Основы технического творчества" в учебные планы технических специальностей всех вузов республики. Был выпущен учебник А.В.Чус, В.Н.Данченко "Основы технического творчества", Киев-Донецк, "Вища школа", 1983, 184 с, тиражом 16000 экз. Был этап 2-й половины 80-х г.г. по обучению ФСА- ТРИЗ как в вузах, так и в системе Минэлектротехпрома, что отражено в "Справочнике по ФСА", М., "ФИС", 1988, 431 с., тираж 24000 экз, где на стр. 384 - 390 отражено обучение ФСА в технических вузах с разделом о ТРИ, а на стр. 391 - 394 - обучение ФСА в экономических вузах с разделом об АРИЗ. Был выпущен учебник Н.К. Моисеева, М.Г. Карпуниев "Основы ФСА в технических вузах", И., "ВШ", 1988, 192 с., тиражом 18500 экз, где в части 4 "Методы поиска и формулирования технических решений при выполнении ФСА" кратко приведены структура АРИЗ-85 и общая схема ТРИЭ (стр. 106 - 112). В создании ТРИЗ - обучения в курсах ФСА в системе Минэлектротехпрома принимали участие такие специалисты как Литвин и Герасимов.

Хотелось бы надеяться, что достигнутый на профессиональных курсах ТРИЗ уровень (уверенное решение производственных задач 3-го - 4-го уровней, выход на патенты и внедрение) не будет утрачен, ибо снижение уровня отдачи может привести к падению престижа либо энтузиастов - внедренцев, либо самого ТРИЗ.

**Путь второй.** Этот путь только намечается. Он требует радикальной переделки учебников, изменения школьных и вузовских программ, изменения подготовки преподавателей (учителей). Контуры были нами (И.В.Иловайский, А.С.Козлов) намечены в "Консультационных рекомендациях по становлению системы развития сильного (результативного) мышления учащихся", деп. ЧОУНБ, 1995 г. и в нашей статье (И.В.Иловайский, А.С.Козлов "А что если? Как вживить ТРИЗ в школьные программы отныне и навсегда", ноябрь 1998 г.), написанной по просьбе редакции журнала "Технологии творчества", ТРИЗ -ИНФО, Челябинск.

Основные положения этого подхода:

- преподавание проблемно - изложенных курсов "обычных" дисциплин на базе профессионального обучения ТРИЗу преподавателей (учителей),

- создание фонда типовых разборов задач ("решбника" для преподавателей),

- использование истории техники и общей истории как резервуара проблемных ТРИЗ - ситуаций,

- обращение к судьбам исторических персонажей (фрагменты ЖСТЛ),

- использование "сослагательного наклонения" в преподавании истории науки и техники, общей истории (прием "А что если...").

В статье и рекомендациях указаны реальные источники и примеры, пользуясь которыми можно строить соответствующую работу.

**Путь третий.** Через внедрение ТРИЗ в систему обучения инженерному делу XXI-го века.

Обратимся к зарубежному опыту. Становление инженера происходит в ряде стран в два этапа - вначале вуз (колледж, университет), который готовит из студента специалиста по таким-то техническим дисциплинам (к примеру, по радиоприёмным устройствам), а звание инженера присваивается позднее, после 2 - 5 лет работы. по рекомендациям старших коллег, которые несут известную ответственность за свои рекомендации. В последнее время этот подход стал находить понимание у элитной части вузовской профессуры, в частности через влияние Rotary club. В то же время мысли об упорядоченном обучении будущего инженера всей совокупности знаний- умений- представлений инженерного дела получили поддержку ряда проректоров вузов на Круглом столе проректоров вузов Сибири на 40-летию НЭТИ (ныне - НГТУ) в октябре 1993 г.

Становление обучения инженерному делу включающему помимо привычных для вузов **конструирования и расчетов, разработку и постановку продукции на производство**, т.е. работы по созданию, обеспечению производства продукции и её применению, требует усвоения путей проведения **эксплуатационных, ремонтных, ликвидационных работ** и работ по **элиминации** (грубо говоря, устранению) **факторов расплаты**, которыми приходится "платить" за полезную функцию технической системы. В последнее время значимость работ по снижению издержек производства и т.п. и шире - по допроектному и проектно - производственному снижению факторов расплаты (брак, аварии, загрязнение окружающей среды) стала превалировать над значимостью собственно проектирования. Поэтому методы инженерного дела должны даваться на базе концепции преимущественно допроектного или доэксплуатационного исключе-

ния побочных и нежелательных последствий воздействия создаваемой техники на окружающую среду на стадиях создания, эксплуатации, ликвидации и постликвидации. И если в принципе можно обойтись традиционными методами проектирования и создания техники (без ТРИЗ, что доказывается наличным ходом научно-технического прогресса), то методы элиминации факторов расплаты без ТРИЗ слабоэффективны. Отсюда, ТРИЗ оказывается ядром подготовки инженера XXI-го века, нацеленной на достижение полезного эффекта с неуклонно снижающимися факторами расплаты. Такая подготовка может идти, например, в форме магистратуры или курсов повышения квалификации в рамках учебно-консультационных организаций путем разработки, например, заказов от предприятий на снижение издержек производства.

Таким образом, получаем бисистему с противоположными характеристиками, что по Г.Альтшуллеру гарантирует нам высокую эффективность:

|  |   |   |
|--|---|---|
| втузовская<br>(аудиторная)<br>подготовка<br>студента | : | магистерская<br>учебно-консультационная<br>доподготовка<br>инженера |
| 1-я ступень:<br>знания,<br>научная картина<br>мира   |   | 2-я ступень:<br>умения,<br>навыки деятельности,<br>ТРИЗ-позиция     |

Профессиональное обучение ТРИЗ должно осуществляться на 2-й ступени, а на первой - максимум курсы типа "введение в специальность" часов по 40, которые настраивают студента на цели 2-й ступени...

Чтобы облегчить включение совокупности методов инженерного дела на базе ТРИЗ в систему высшего технического образования подготовлена книга по постановке обучению инженерному делу: - И.В.Иловайский "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности", 436 с., деп. ЧОУНБ, осень 1995 г. На базе опыта инженерной деятельности, в том числе практического применения и преподавания ТРИЗ, в книге дан обзор объектов техники, как ТС, так и неТС, объектов и методов инженерного дела, с выявлением тех мест инженерной деятельности, где нужно присутствие ТРИЗ, исходные предложения по структуре программ обучения инженерному делу и профессиональный портрет инженера.

Из рассмотренных трех направлений внедрения ТРИЗ в высшее (и среднее) образование наиболее притягательно первое - курсы ТРИЗ в разнообразной форме в вузах и школах. Как "фоновое" направление популяризации ТРИЗ, это направление можно считать установившимся и необходимым. Необходимость широкой профессиональной популяризации ТРИЗ не вызывает сомнений. Отмеченный путь удобен и легок для внедрения - тексты по ТРИЗ доступны, для ведения ознакомительных курсов этого достаточно...

Путь второй - пока только намечен. Этот путь наиболее предпочтителен в перспективе - он ведет к ТРИЗ-перестройке всей системы социализации молодежи. Он, однако, требует "переворотов" преподавательского и учительского корпуса на сторону ТРИЗ - ибо только с их прямым участием можно "перелопатить" все учебники и программы.

По пути третьему - автор проделал тот объем работы, который мог (и должен был) быть выполнен одним человеком ("пусковая" точка 1-го этапа развития ТС). Выполнена базовая работа - обозначена предметная область инженерного дела с опорой на ТРИЗ.

Автор выражает искреннюю благодарность Г.С.Альтшуллеру и В.Н.Журавлевой, встреча с чьим творчеством изменила его судьбу. Представляемые работы были бы невозможны без ТРИЗ, без поддержки и антиподдержки со стороны Г.С.Альтшуллера.

Доложено на II-й Международной научно - методической конференции "Качество образования.

Проблемы оценки. Управление. Опыт." (НГТУ, 20 - 22 апреля 1999 г.), Новосибирск 1999.

См. "Качество образования. Проблемы оценки. Управление. Опыт." II Международная научно-методическая конференц. Тезисы докладов. (НГТУ, 20 - 22 апреля 1999 г.), Новосибирск 1999, стр. 225

## К ИНЖЕНЕРНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ XXI ВЕКА

И.В.Иловайский

Традиционно основным смыслом инженерной деятельности считается проектирование, создание технических систем (ТС). Вузовская подготовка обеспечивает будущего инженера знанием необходимых дисциплин и исходными умениями конструирования и расчетов будущих устройств, техпроцессов. Принято считать, что становление инженера происходит на практике, на производстве, почему в ряде стран и считается, что вуз должен давать диплом специалиста, а звание инженера - присваивается по рекомендации коллег, по опыту работы. Тем не менее, эта, казалось бы, отработанная схема подготовки не удовлетворяет практику - предприятия, фирмы ждут специалистов с опытом работы, а опыт нарабатывается со временем...

В последние годы начала находить поддержку концепция систематизированной подготовки инженера на базе вузовской - обучение умениям разработки и постановки изделий на производство, эксплуатации, ремонту, ликвидации. В ряду прочих - появление интереса и к частным умениям - изобретательству, поиску информации и т.д. И тем не менее несмотря на известную завершенность такого рассмотрения проблемы обучения, оно оставляет чувство неудовлетворенности - за бортом осталась охрана окружающей среды, вопросы борьбы с браком, авариями, вопросы внедрения инноваций и т.д., а главное - нет единой завершенной картины инженерной деятельности: введение новых дисциплин в вузовскую практику идет по принципу - это прибавим, это добавим, а это срежем... Поэтому присмотримся более внимательно к современной практике инженерной деятельности, к совокупной производственно - эксплуатационной деятельности ("внутренней" стороне инженерной деятельности) и к инновационной ("внешней") стороне инженерной деятельности.

Любая техническая система создается для получения заданного полезного эффекта, для выполнения полезной функции. Ясно, что за этот полезный эффект приходится платить. В общем случае соотношение между суммой факторов расплаты и суммой полезных эффектов определяет степень эффективности, или идеальность ТС:

$$И = \frac{\sum \Phi_{\text{расплаты}}}{\sum \Phi_{\text{полезн}}} \rightarrow 0$$

Факторы пользы (полезные функции) обычно регламентируются условиями создания ТС, а вот факторы расплаты нередко "прицепляются" к ТС не спросясь. Рассмотрим их:

|   |  |
|---|--|
| Ф <sub>р1</sub> - расходы на замысел, создание и штатную эксплуатацию системы         | учитываются при разработке                     |
| Ф <sub>р2</sub> - убытки от брака производства  | учитываются частично                           |
| Ф <sub>р3</sub> - убытки от загрязнения окружающей среды                              | учитываются частично                           |
| Ф <sub>р4</sub> - убытки от аварий, расходы на их предотвращение                      | как правило, не учитываются                    |
| Ф <sub>р5</sub> - расходы на ликвидацию ТС и убытки от постликвидационных последствий | как правило, не учитываются при проектировании |
| Ф <sub>р6</sub> - убытки от непредусмотренного взаимодействия с другими ТС            | не учитываются                                 |

Традиционная вузовская подготовка и личный опыт инженера позволяют ему учитывать факторы расплаты Ф<sub>р1</sub> - Ф<sub>р3</sub>, а вот прочие факторы расплаты оказываются неучтенным дополнением к ТС. В то же время, ход научно-технического прогресса, работы по общей экологии планеты привели к убеждению, что игнорировать эти факторы нельзя. В настоящее время сформировалась парадоксальная ситуация - снижение издержек расплаты стало по важности превалировать над значимостью проектирования и изготовления ТС.

Рассмотрим, к примеру, крупный промышленный город (КПГ). Как правило, КПГ не является заранее запроектированной и созданной ТС, а возникает как совокупность частично согласованных, а частично мешающих друг другу ТС (Ф<sub>р6</sub>!). И поддержание такого технического конгломерата в стабильном состоянии становится все более трудной задачей. КПГ оказывается генератором нежелательных эффектов (НЭ), опасностей и аварий. Будущего инженера в вузе не готовят к встрече с КПГ, и, тем более, со способами управления и укрощения КПГ, не готовят к стратегии внедрения инноваций, часто определяющей успех или неудачу разработки. Ясно, что соответствующие умения, а еще точнее - навыки инженеру необходимы. Мало этого, внимательное рассмотрение основных процессов инженерной деятельности - цикла жизни ТС (создание, эксплуатация, ликвидация) приводит к мысли, что снижение издержек расплаты необходимо производить как можно раньше - до их возникновения, на стадиях производства, а еще лучше на стадиях проектирования, а если возможно - на стадиях замысла! Таким образом, происходит смещение акцента важности деятельности с проектирования - изготовления на эксплуатацию - ликвидацию как несущих наибольшие расходы, а с точки зрения предотвращения таковых - на специальные процедуры допроектной или допроизводственной элиминации будущих факторов расплаты. Более того, снижение издержек расплаты должно быть частью стратегии внедрения инноваций! Вышесказанное можно изобразить схематически следующим образом:

|                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Традиционный взгляд на</b> | <b>Требования производства</b> |
|-------------------------------|--------------------------------|



|   |   |
|---|---|
| <b>инженерное дело</b><br><b>1)</b><br><b>А</b><br><b>Проектируем, (в вузе учат)</b><br><b>Изготавливаем, (опыт учит)</b><br><b>Эксплуатируем (опыт учит)</b> | <b>(чему учить инженера в XXI веке)</b><br><b>2)</b><br><b>Б</b><br><b>“Свертываем”,</b><br><b>Ликвидируем НЭ</b><br><b>(факторы расплаты)</b><br><b>Внедряем инновации</b> |
| <b>Ликвидируем НЭ</b><br><b>(брак, аварии)</b><br><b>(опыт учит!)</b><br><b>Б</b><br><b>Внедряем (через опыт неудач)</b>                                      | <b>Проектируем,</b><br><b>Изготавливаем,</b><br><b>Эксплуатируем</b><br><b>А</b>  |
| <b>“ОТ”</b>   | <b>“К”</b>  |

Полусхема 2) требует развертывания специальной системы обучения необычным для массового инженера умениям:

- снижение всяких факторов расплаты регулярными методами,
- изобретательство на регулярной основе ("по заказу"),
- эффективные методы эксплуатации, в т.ч. ремонта,
- методы ликвидации,
- и, в последнюю очередь ( для меньшинства инженеров, так как эксплуатационников несоразмерно больше, чем изготовителей, а изготовителей много больше, чем проектантов) проектировать и создавать.

Этим умениям не могут научить и нынешние преподаватели вузов - это либо новейшие ноу-хау, малоизвестные, требующие обучения на практике, либо и вовсе непроработанные практические навыки.

Однако, поскольку мы все заинтересованы в том, чтобы повысить качество высшего технического образования, мы должны его приблизить к нуждам современного производства. Проблема разрешима совместными усилиями преподавателей вузов, крупных инженеров-производственников и тех, кто ведет обучение современным методам творческого мышления.

И если в принципе можно обойтись традиционными методами проектирования и создания техники (без способов снижения факторов расплаты, что доказывается наличным ходом научно-технического прогресса), то в будущем инженер без владения методами элиминации факторов расплаты будет беспомощен. Отсюда, способы элиминации факторов расплаты вкупе с изобретательством (ТРИЗ) оказываются ядром подготовки инженера XXI-го века, нацеленной на достижение полезного эффекта с неуклонно снижающимися факторами расплаты. Такая подготовка может идти, например, в форме магистратуры или курсов повышения квалификации в рамках учебно-консультационных организаций путем разработки, например, заказов от предприятий на снижение издержек производства. Естественно, базовой остается вузовская подготовка специалиста по техническим наукам (желательно максимально широкого профиля, ибо действительность не делится на механику, электротехнику или биотехнологию!).

Как это могло бы выглядеть:



Профессиональное обучение методам снижения факторов расплаты на базе методов изобретательства (ТРИЗ) должно осуществляться на 2-й ступени, а на первой - максимум курсы типа "введение в специальность" часов по 40, которые настраивают студента на цели 2-й ступени...

Чтобы облегчить включение совокупности методов инженерного дела в систему высшего технического образования подготовлена книга по постановке обучению инженерному делу: - И.В.Иловайский "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности", 436 с., деп. ЧОУНБ, осень 1995 г. На базе опыта инженерной деятельности, в том числе практического применения и преподавания ТРИЗ, в книге дано описание предметной области, подлежащей усвоению инженером на 2-й ступени обучения: обзор объектов техники, как ТС, так и неТС, объектов и методов инженерного дела, с выявлением тех мест инженерной деятельности, где нужно присутствие ТРИЗ, исходные предложения по структуре программ обучения инженерному делу и профессиональный портрет инженера.

Резюмируем сказанное.

Современное высшее техническое образование обеспечивает будущего инженера знанием фундаментальных и технических наук (а в последнее время - и гуманитарных), и если мы его дополним научением методам и практике инженерного дела, молодой специалист во всеоружии знаний и умений будет желанным приобретением для проектных организаций и производства. Традиционно инженерное дело имеет своим стержнем **проектирование**. Из него в вузе осваивают конструирование и расчеты, а остается за бортом собственно **разработка и постановка продукции на производство**, включающая в себя работы по созданию, обеспечению производства продукции и обеспечению его применения. Еще менее подготовлен выпускник к **эксплуатационным, ремонтным и ликвидационным** работам и работам по **элиминации факторов расплаты**, которыми приходится "платить" за полезную функцию разработки. В последнее время значимость работ по снижению издержек производства и т.п., и шире - по допроектному и проектно-производственному снижению факторов расплаты (брак, аварии, загрязнение окружающей среды) стала превалировать над значимостью собственно проектирования. Поэтому методы инженерного дела должны даваться на базе концепции преимущественно допроектного или доэксплуатационного исключения побочных и нежелательных последствий воздействия создаваемой техники на окружающую среду на стадиях создания, эксплуатации, ликвидации и постликвидации.

Чтобы облегчить включение совокупности методов **инженерного дела** в практику вузовского обучения автором подготовлена книга по постановке обучения инженерному делу: - "**Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности**".

Программа инженерного образования с включением в нее научения методам инженерного дела для своего осуществления требует широкого обсуждения как среди профессорско-преподавательского состава втузов, так и среди ведущих специалистов НИИ, КБ, заводов и соответствующих руководителей.

19.03.1999.

---

\*

**И.В.Иловайский,**  
канд. техн. наук.  
инженер,  
изобретатель

# ФЕНОМЕН ТЕХНИКИ

## как результат и сфера

# ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*(Книга - "раскрутка"  
для постановки обучения инженерному делу)*

Новосибирск  
1984 - 1995, 1997

Как приблизить высшее техническое образование  
к нуждам современного производства

Проблема разрешима совместными усилиями

Приглашение к обсуждению

Известно, что сегодняшний выпускник теряется в современном мире и ясно, что Вас эта проблема тревожит.

Современное высшее техническое образование обеспечивает будущего инженера знанием фундаментальных и технических наук, и если мы его дополним научением методам и практике инженерного дела, молодой специалист во всеоружии знаний и умений будет желанным приобретением для проектных организаций и производства. Чтобы облегчить профессорско-преподавательскому составу вузов включение совокупности методов инженерного дела в практику обучения и подготовлена книга "**Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности**", объемлющая обзор объектов **техники**, объектов **инженерного дела**, методов инженерного дела, предложения по структуре **программ обучения** инженерному делу и профессиональный портрет инженера.

В настоящее время признана необходимость снижения нежелательного воздействия техники на окружающую среду, в частности, путем создания и применения ресурсосберегающих технологий и поэтому изложение методов инженерного дела в книге дано на базе концепции преимущественно допроектного или доэксплуатационного исключения побочных и нежелательных последствий воздействия создаваемой техники на окружающую среду на стадиях создания, эксплуатации, ликвидации и постликвидации с привлечением дотоле малоизвестных ноу-хау.

Программа инженерного образования, базирующаяся на преподавании установившегося в вузах корпуса наук с включением в нее научения методам инженерного дела и ориентированная на создание экологощадящей техники для своего осуществления требует широкого обсуждения как среди профессорско-преподавательского состава вузов, так и среди ведущих специалистов НИИ, КБ, заводов и соответствующих руководителей.

1984-1995; 1997 с дополнениями.

Автореферат книги опубликован, см.: "Журнал ТРИЗ", 97/1 (N 14) изд. АО "Протва-Прин", Обнинск, 1997, стр.90 (с грубыми опечатками).

Книга депонирована: Челябинск, пр. Ленина 60, ЧОУНБ, отдел техн. литературы.

Автор книги готов вступить в контакт со всеми заинтересованными лицами и организациями.

Иловайский Игорь Вячеславович  
канд. техн. наук, обладатель  
Международной степени по изобретательству - Мастер ТРИЗ  
Новосибирск, Академгородок

630 090 Новосибирск-90, ул. Академическая 4 кв. 17  
тел. 8-(383-2)-30-13-08

#### Аннотация

И.В.Иловайский. Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности (Предварения к прикладной философии техники). Учебное пособие. Новосибирск, 1984 - 1995, 1997, 240 с. (12-й кегль).

В книге предпринята, по-видимому, первая попытка целостного рассмотрения феномена техники вкупе с инженерным делом.

В работе рассматривается статус техники как самостоятельного предмета исследования и области деятельности; рассмотрены способы представления технических систем и схем инженерной деятельности. Даны методологические основания, которым должна соответствовать инженерная деятельность - необходимость учета побочных последствий развития техники, неполнота представления о системе, необходимость учета взаимодействия с природой и человеком. Дано представление объектов техники и схем деятельности совокупностью описаний, рассмотрены виды процедур инженерной деятельности - изобретательство, исследование, проектирование, обеспечение эксплуатации, модернизации, ликвидации, принятие решений. Рассмотрены процедуры композиции-декомпозиции как основа анализа и синтеза технических систем, и вопрос о представлении систем и процессов человеку. Особое внимание уделено процессам возникновения технических задач, анализу проблемных ситуаций, изобретательству. В связи с определением статуса инженерного дела рассмотрены принципиальные вопросы инженерного образования.

Книга содержит аналитический обзор предметной области **"техника"** и предметной области **"инженерное дело"** как взаимосвязанных областей результатов и способов деятельности инженера.

Книга рассчитана на инженеров, интересующихся комплексными межотраслевыми проблемами техники; на специалистов, занимающихся философско - методологическими и социо-техническими вопросами техники; профессорско-преподавательский состав технических вузов; специалистов технических наук, интересующихся техникой в целом. Книга может быть использована как учебное пособие по курсу "инженерное дело: введение в специальность" или "общее техникосведение: введение в специальность".

© Иловайский Игорь Вячеславович, 1984-1997.

#### Предисловие

Эту книгу автор вначале писал для себя. Книга родилась из попыток уяснить что такое техника и инженерное дело: по книгам, по опыту своей работы, выйти на выработку методологии - все упиралось в необъятность предмета, в отсутствие его системного изложения. В какой-то мере положение было сходно с тем, как это было в биологии до появления систематики Карла Линнея - все "в общем-то" понимали о чем идет речь, философствовали, вели конкретные работы, но цельной картины предмета не было. Не был определен и сам предмет: говорили то о технике, то об инженерном деле, то о техникосзнании, то о технических науках.. Конкретного материала накопилось достаточно, а с появлением ТРИЗ предметная область получила некую завершенность. Автор решил предпринять попытку определить и обозреть предметную область целиком. И вот появился конспект: он перед Вами, читатель. Автор отбирал, отбирал,...., сокращал, и немного конспектировал. С удивлением обнаружил среди конспектируемых и свои работы... .

Оказывается, работа в области синтеза ЭВМ, изучение ТРИЗ, опыт проектной работы что-то дали... . И вот этот концепт предлагается читателям. Не ищите здесь "ноу-хау": это аналитический обзор всей предметной области техники вкупе с инженерным делом. Ноу-хау место в курсе инженерных методов, и автор пытался и пытается создать курс методов инженерного дела (набор "ноу-хау"), но пока объем предполагаемого курса растет. (Пока в курсе сделан большой крен в сторону предпроектного анализа (формирование цели разработки) и изобретательства, в том числе в ФСА и поиске нежелательных эффектов.). И эта книга-рецептура также вынудила обратиться к осмыслению, что есть техника и чем занимаются инженеры.

По-видимому, это первая попытка целостного рассмотрения феномена техники вкупе с инженерным делом, и как таковая не свободна от недостатков, более того, при написании намеренно использовались источники без их "притирания" друг к другу, т.к. предмет изложения не может быть описан просто на основе каких-либо соображений: необходимо было описывать то, что есть, а не то, что казалось бы пишущему правильным. Задача книги - техника и инженерное дело как они есть и как их видит совокупный профессионал. Собственные соображения автор тщательно "дозировал" и позволял их себе только в случаях полной вынужденности. Соответствующие разделы читатель без труда обнаружит.

При написании книги использовались многочисленные источники как книги, так и опытное знание; при написании каждого раздела из многих источников отбирался один-два наиболее (по мнению) автора адекватно отражающих суть дела, остальные опускались. Недоступность иностранного книжного фонда вынудила ограничиться литературой на русском языке. Обзорный, систематизационный характер работы предопределил сосредоточить внимание главным образом на монографиях и учебниках, которые в известной мере подытоживают ту или иную проблематику. Основной заботой автора было: выявить предмет обсуждения, построить естественную исходную рубрику этого предмета.

### **Для кого данная книга?**

Если кому-то понадобилось единым взглядом окинуть предметную и процедурную область инженерной деятельности - милости просим, посмотрим вместе. Если Вы желаете дополнить систему инженерного образования, добавить к обучению наукам в вузе - обучение умениям, инженерному делу - эта книга - путеводитель для Вас. Книга может быть полезна студентам, магистрантам, которые хотят знать технику в целом, начинающему инженеру, чтобы видеть не только свой участок работы, и специалисту - как вызов: написать лучше! Но главным образом книга обращена к преподавателям технических вузов, как предложение обсудить чему и как учить будущих инженеров.

Итак, вспять от философии, методологии техники, от теории техники (если о таковой кому-то хочется говорить) к описанию феномена, к классификации его компонент, к выявлению внутренней структуры (а она есть, техника, инженерное дело - высокоструктурированные объекты) предмета...

1984 - 1995, 1997.

В 1996-97 г.г. автор осмысливал написанное и проводил добавления к книге, которые не были сделаны по техническим причинам. В книге приведены классификации:

- объектов техники ("технические системы", "изобретения" как специальный вид технических систем, и "технические конгломераты", т.е. совокупности технических систем, не являющиеся таковыми);
- описаний объектов техники (описаний технических систем);
- системообразующих процедур инженерной деятельности (способов построения одних описаний по другим);
- элементов регламента инженерной деятельности.

Тем самым читателю представлена систематизированная картина такой области человеческой деятельности, имеющей дело с искусственными объектами, как "техника". Наряду с медициной, бизнесом и политикой техника охватывает собою прикладное знание-умение, ориентированное на принесение "Пользы".

Таким образом,

Настоящая книга содержит описание предметной области "Техника" и предметной области "инженерное дело" как взаимосвязанных областей результатов и способов деятельности инженера.

1997, Новосибирск,  
канд.техн.наук,

Мастер ТРИЗ (международный сертификат по изобретательству)

Академгородок,  
И.В.Иловайский

### **Приглашение к сотрудничеству.**

В романе И.Ефремова "Туманность Андромеды" есть прекрасный эпизод - как в обществе людей, настроенных на доброжелательность и сотрудничество, рассматривают проблемные ситуации :

"Обсуждайте! Все, кто думал и работал в этом направлении, все обладающие сходными мыслями или отрицательными заключениями, - высказывайтесь!"

Выполнить те работы, которые намечены текстом книги, один человек не в состоянии и отнюдь не столько из-за громадного объема работ, но, в первую очередь, из-за отсутствия в наше время профессионалов-энциклопедистов, из-за необходимости глубокого анализа каждого раздела по литературе и опыту собственной работы специалиста.

Именно поэтому книгу эту хотелось бы считать скорее приглашением к работе над прокламированным ее названием предметом изложения, нежели как развернутую картину предмета.

Именно поэтому необходимо сотрудничество инженеров и преподавателей технических вузов в разных формах, от доработки книги до создания монографии с глубоким охватом темы, до многотомного труда по технике и инженерному делу, от учебника до книг-исследований по ряду поднятых вопросов, от систематического изложения до изложения в форме энциклопедического словаря.

Читатель, Ваша критика, замечания и предложения будут приняты с благодарностью, особенно предложения о сотрудничестве.

Новосибирск-90, 630090, ул. Академическая 4 кв.17, тел. 30-13-08,

Иловайский Игорь Вячеславович, инженер, изобретатель, к. т. н., Мастер ТРИЗ.

## СОДЕРЖАНИЕ

| стр |  |
|-----|--|
|     | Титульный лист   |
| 1   | 1  |
| 2   | Аннотация  |
| 3   | Предисловие  |
| 5   | Путеводитель по книге  |
| 7   | Введение   |
| 11  | Гл. 0. Проблемы методологии и истории техники: перспективный подход            |
| 17  | Гл. 1. Структура предмета обсуждения   |
| 21  | Гл. 2. Описательное изложение обсуждаемого предмета по источникам              |
| 21  | §1. Бытие технических систем (ЗРТС по Г.Альтшуллеру и Б.Злотину)               |
| 23  | §2. Очерк инженерного дела (по Э.Крику)  |
| 35  | §3. Изобретательство как точная дисциплина (ТРИЗ Г.Альтшуллера и его учеников) |
| 36  | §4. Профессия инженера (по Э.Крику)  |
| 39  | §5. Инженерное образование: состояние и перспективы                            |
| 46  | Гл. 3. Объекты техники   |
| 46  | §1. Техногенные образования  |
| 50  | §2. Состояния ТС.  |
| 52  | §3. Употребление ТС  |
| 53  | §4. Базовые знания и общетехнические закономерности                            |
| 62  | §5. Изобретение  |
| 67  | Гл. 4. Объекты инженерного дела  |
| 67  | §1. Классификация объектов инженерной деятельности                             |
| 68  | §2. Конфигуратор   |
| 70  | §3. Конструктивные определения   |
| 71  | §4. Веполи, схемы, чертежи   |
| 73  | §5. Системы конструктивных определений и алгоритмы                             |
| 75  | §6. Карты технологических процессов  |
| 75  | §7. Параметры технических систем   |
| 76  | §8. Модели   |
| 80  | §9. Описание изобретения   |
| 85  | Гл. 5. Процедуры инженерной деятельности                                       |

|   |     |
|---|-----|
| §1. Предположения, лежащие в основе инженерной деятельности | 85  |
| §2. Суть инженерного дела                                   | 89  |
| §3. Способы элиминации факторов расплаты                    | 92  |
| §4. Алгоритм изобретения (АРИЗ)                             | 96  |
| §5. Вепольный анализ  | 97  |
| §6. Поиск технических решений                               | 100 |
| §7. Проектирование  | 107 |
| §8. Автоматизация проектирования                            | 117 |
| §9. Синтез ТС   | 123 |
| §10. Инженерные исследования                                | 126 |
| §11. Предъявление результатов                               | 133 |
| §12. Принятие решений                                       | 136 |
| §13. Предпроектный анализ                                   | 141 |
| §14. Инженерное прогнозирование                             | 156 |
| §15. Изобретательство                                       | 159 |
| Гл. 6. Организация инженерного дела                         | 164 |
| §1. Разработка и постановка продукции на производство       | 164 |
| §2. Обеспечение эксплуатации                                | 170 |
| §3. Обеспечение модернизации: ФСА-ФРА                       | 173 |
| §4. Планирование и управление производством                 | 176 |
| §5. Организационные принципы производительности             | 181 |
| §6. Внедрение инноваций                                     | 188 |
| §7. Графические средства контроля и управления предприятием | 192 |
| §8. Обеспечение ликвидации                                  | 202 |
| §9. Патентное дело  | 202 |
| §10.Реклама   | 209 |
| Гл. 7. Инженерное образование                               | 211 |
| §1. Источники и составные части                             | 211 |
| §2. Структура обучения                                      | 215 |
| §3. Темпы и мера устройства                                 | 219 |
| Гл. 8. Техническая деятельность                             | 221 |
| §1. О практической деятельности                             | 221 |
| §2. Исполнение изготовления и сопровождения изделия         | 221 |
| §3. Операторская деятельность                               | 222 |
| Гл. 9. Инженер  | 224 |
| §1. Профессиональный портрет                                | 224 |
| §2. Деловые качества  | 228 |
| §3. Регулятивы деятельности                                 | 229 |
| Гл. 10. Пределы феномена техники                            | 231 |
| §1. Основное противоречие инженерного дела                  | 231 |
| §2. Природа и техника(экосфера и техносфера)                | 232 |
| §3. Невозможное в технике                                   | 235 |
| Заключение  | 236 |
| §1. Незавершенное   | 236 |
| §2. Дальнейшее  | 236 |
| §3. Приглашение к сотрудничеству                            | 240 |
| Благодарности   | 241 |
| Содержание  | 242 |

КОПИЯ-ПЕРЕПЕЧАТКА

Рецензия на рукопись книги канд.техн.наук Иловайского Игоря Вячеславовича

"Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности".

Новосибирск, Академгородок, 1984-1995,1997, 426 стр.

машинописного текста, с илл.

/после редактирования - 340 стр. - авт/

Рецензируемая книга содержит описание техники и инженерного дела как взаимосвязанных областей результатов и способов деятельности инженера. Из описания техники и инженерного дела автором выведены требования к профессиональному портрету инженера и к построению такой системы инженерного образования, где наряду с преподаванием технических наук равное внимание уделено на-учению жизненному циклу инженерной деятельности - постановке задач, поиску информации, проектированию, изобретательству, эксплуатации и ликвидации. В книге отражено наличное состояние дел в описываемых областях и дана опережающая концепция содержания и цели инженерной деятельности, главным положением которой является перенос центра тяжести с проектирования (и эксплуатации) техники на вопросы элиминации технических средств при сохранении достижения искомого полезного результата и показана возможность такого "свертывания" технических систем, при котором проектированию подлежит лишь неустрашимый при нынешнем уровне знаний остаток.

В книге предпринята, (по-видимому, впервые после работ российского инженера П.К.Энгельмейера (1898-1915)) попытка целостного рассмотрения феномена техники вкупе с инженерным делом.

В книге рассматривается статус техники как самостоятельного предмета исследования и области деятельности; рассмотрены способы представления технических систем и схем инженерной деятельности. Даны методологические основания, которым должна соответствовать инженерная деятельность - необходимость учета побочных последствий развития техники, неполнота представления о системе, необходимость учета взаимодействия с природой и человеком. Дано представление объектов техники и схем деятельности совокупностью описаний, рассмотрены виды процедур инженерной деятельности - изобретательство, исследование, проектирование, обеспечение эксплуатации, модернизации, ликвидации, принятие решений. Рассмотрены процедуры композиции-декомпозиции как основа анализа и синтеза технических систем, и вопрос о представлении систем и процессов человеку. Особое внимание уделено процессам возникновения технических задач, анализу проблемных ситуаций, изобретательству. В связи с определением статуса инженерного дела рассмотрены принципиальные вопросы инженерного образования.

Книга состоит из 11 глав, предисловия, введения и заключения.

В предисловии даны причины, приведшие к написанию книги, в том числе предпринятая автором работа по созданию пособия по методам инженерной деятельности.

Во Введении дана предыстория рассмотрения техники как отдельной области деятельности, начиная с конца 18-го века.

В предваряющей главе автором обосновывается категориальная, методологическая независимость техники как объекта исследования и деятельности, в частности, ее относительная независимость от науки.

В гл.1 (Структура обсуждаемого предмета) кратко описана предметная область умений инженера и их результатов - объектов техники - технических систем (и их комбинаций) и методов работы с их описаниями. Дифференцированы роли инженера и техника (рабочего, оператора).

В гл.2, "Описательное изложение обсуждаемого предмета" дано описание базовых представлений о технике и инженерном деле, как они были представлены в литературе к моменту написания книги. Сюда вошли: бытие технических систем (законы развития технических систем по Г.Альтшуллеру и Б.Злотину), инженерное дело по Э.Крику, изобретательство как точная дисциплина (ТРИЗ Г.Альтшуллера и его учеников), профессия инженера (по Э.Крику).

Гл.3, "Объекты техники" дает представление о технической системе, о техническом конгломерате как совокупности технических систем, не образующих техническую систему, об авариях и опасностях, о состояниях технических систем (макетирование, изготовление, эксплуатация, ремонт, ликвидация, постликвидация) и матрице переходов между ними, об употреблении технических систем, т.е. об обобщенных полезных функциях, в которых они могут участвовать, о законах эволюции технических систем на макроуровне и об инвариантах, а также об изобретении как технической системе, обладающей существенной новизной.

В гл.4, "Объекты инженерного дела", описаны объекты, с которыми имеет дело инженер; это - описания технических систем разной степени сложности - от перечня потребностей до комплекта рабочих чертежей. Ключевым является введенное автором понятие конфигуратора - совокупности не сводящихся друг к другу описаний системы разных уровней подробности, а на каждом уровне - разной природы (например, "функция" - "структура"), и с этих позиций рассмотрены бытующие в инженерном деле реальные средства описания технических систем (веполы, схемы, чертежи, системы конструктивных определений и алгоритмы, карты технологических процессов, модели, описания изобретений).

Гл.5, "Процедуры инженерной деятельности", излагает считающиеся традиционно главными в инженерном деле методы и процедуры работы с описаниями технических систем, способы их преобразования друг в друга.

Главу открывает раздел о предположениях, лежащих в основе инженерной деятельности - это выявленные автором пары оппозиций, которым одновременно должна подчиняться сложная техническая система, например, предсказуемость - непредсказуемость, когда, с одной стороны, поведение будущей системы предсказуемо в силу ее проектирования, с другой - со временем при работе технической системы растет неопределенность последствий ее поведения, особенно во взаимодействии с окружением.

В следующем разделе, "суть инженерного дела", на базе представления идеальности технической системы как отношения суммы полезных функций к сумме функций расплаты, автором показывается принципиальная возможность построения технической системы с нулевой функцией расплаты путем применения "диверсионного подхода", свертывания и решения изобретательских задач; в результате чего традиционно важная из функций инженера -

функция создания технических систем оказывается подчиненной по отношению к деятельности по устранению (избеганию) факторов расплаты. Эта деятельность должна предшествовать каждому шагу проектирования, т.е. проектированию, созданию подлежит неустранимый на момент проектирования "остаток".

Материал дальнейших разделов главы: "способы элиминации факторов расплаты", "АРИЗ", "вепольный анализ" взят из работ по "теории решения изобретательских задач" (ТРИЗ).

В разделе "проектирование" изложена процедура проектирования в обобщенной справедливой для широкого круга отраслей техники форме, на базе блочно - иерархического подхода, когда построение проекта системы идет "сверху вниз", и на каждом уровне подробности составляются полные спецификации связей подсистем друг с другом и "внешнее" описание каждой подсистемы, позволяющее итеративно вести процесс проектирования. Эта концепция была отработана автором в его предыдущей книге "Основы теории проектирования цифровых машин и систем" (в соавт. с Б.Сидристым, Н. Наука, 1976).

К этому разделу примыкают разделы "синтез технических систем", в котором изложена формализация блочно-иерархического подхода на примере синтеза технических систем типа ЭВМ и "автоматизация проектирования".

Раздел "поиск технических решений" посвящен методам выявления спектра тенденций развития вида (отрасли) техники путем применения специального способа выявления и отбрасывания неинформативных документов, разработанных автором.

Разделы - инженерные исследования, предъявление результатов, принятие решений, даны на основе традиционных источников.

Раздел "прогнозирование" дает представление о традиционных и "ТРИЗовском" подходе к этой процедуре.

Раздел "предпроектный анализ" изложен по известному источнику. */Раздел доработан с включением результатов автора, - авт./*

Раздел "изобретательство" описывает как традиционное изобретательство через выявление изобретений в ведущихся исследованиях и разработках, так и ТРИЗовский подход, позволяющий планировать получение изобретений.

Гл.6, "Организация инженерного дела", включает разделы - разработка и постановка продукции на производство, обеспечение эксплуатации, обеспечение модернизации (ФСА-ТРИЗ), планирование и управление производством, организационные принципы производительности (на базе анализа автором работы Г.Эмерсона четко выявлена необходимая и достаточная совокупность признаков эффективно работающей организации), внедрение инноваций (анализ автором проблемы внедрения и теоретическое решение одного из ее уровней), графические средства контроля и управления ( по незаслуженно забытым источникам 30-х, - 40-х г.г. и работе автора по сравнению конечных процессов, например, выпуска продукции, с несовпадающими концами и началами, т.е. необязательно совпадающих по времени), патентное дело (его регламент, место выявления изобретений среди других этапов разработки и постановки на производство; а также особо выделен регламент патентных исследований).

Гл.7, "Инженерное образование", содержит указания на необходимую информацию для становления соответствующих курсов, требования к программе и пример такой программы. Основу программы составляет идея о "второй половине дня" - времени, планомерно ежедневно используемого для реального проектирования студентами задач, заказанных производством, причем успешность разработки напрямую должна учитываться в дипломе. Программа рассчитана, в первую очередь, на магистрантов, уже имеющих опыт практической деятельности.

В гл.8, "Техническая деятельность", кратко описана практическая деятельность (праксеология), исполнение изготовления и сопровождения изделия и операторская деятельность.

Гл.9, "Инженер", посвящена формулировке требований к персоне инженера.

В разделе "профессиональный портрет инженера" анализируется смысл понятий "знать", "уметь" и "понимать", составляющих каркас портрета, и исходя из соображений традиций и требований производства формулируется перечень необходимых инженеру знаний и умений, а также вводится представление о понимании, которое объемлет объективные основания профессиональной ответственности инженера.

В разделе "деловые качества" из цели инженерной деятельности, заключающейся в принесении "пользы" выводится необходимость наличия у инженера волевых и сопутствующих им качеств, базирующихся на понимании, и анализируется природа феномена профессиональной ответственности инженера.

В разделе "регулятивы деятельности" обращается внимание на проблему "встроенных предохранителей" и предлагается обсудить вопрос о возможности, путях и последствиях их встраивания в методики инженерного дела или "в инженера".

Гл.10, "Пределы феномена техники", касается вопроса предельных возможностей и ограничений эволюции техники как несовершенного по своей сути по сравнению с природным процессом.

В разделе "основные противоречия инженерного дела" на базе экстраполяции тенденций прогресса техники, ограниченности возможностей человека (в первую очередь, прогностических) и опыта инженерной деятельности обосновывается какую доктрину вынужден принимать инженер и как выглядит движущее "техническое" противоречие инженерной деятельности.

В разделе "природа и техника (экосфера и техносфера) на базе работ Н.Ф.Реймерса анализируется схема взаимодействия биосферы и техносферы, из чего извлекается информация о перечне и объеме требований к необходимым дисциплинам в программе обучения инженерному делу.

В разделе "невозможное в технике" указывается на балансовые соотношения и на базе изложенного делается заключение о том, что эффект деструкции природы от совокупной инженерно-технической деятельности неустраним.

В Заключении отмечаются те работы, которые не смогли быть выполнены при написании и подготовке книги, несмотря на их нужность, ввиду большого объема работ, в частности, предварительный библиографический обзор, сделаны предложения по программе дальнейших работ. Книга завершается приглашением к сотрудничеству.

Книга содержит аналитический обзор предметной области "ТЕХНИКА" и предметной области "ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО" как взаимосвязанных областей результатов и способов деятельности инженера.

Книга рассчитана на инженеров, интересующихся комплексными межотраслевыми проблемами техники; на специалистов, занимающихся философско-методологическими и социо-техническими вопросами техники; профессорско-преподавательский состав технических вузов; специалистов технических наук, интересующихся техникой в целом. Книга может быть использована как учебное пособие по курсу "инженерное дело: введение в специальность" или "общее техникведение: введение в специальность".

Основную ценность книга представляет для профессорско-преподавательского корпуса технических вузов: на ее базе можно произвести "раскрутку" второй половины инженерного обучения - обучение инженерным умениям. Использование концепции книги и приведенных во взаимосвязи в ней сведений позволяет как преподавателю вуза, так и инженеру, руководителю по-новому взглянуть на весь процесс инженерной деятельности и найти ресурсы повышения ее эффективности.

Книга может читаться и лицами, не знакомыми с математическим аппаратом, примененным в ряде разделов книги, однако для глубокой проработки всего материала и некоторых разделов такое знание станет необходимым

В учебном пособии <охвачен> необычно широкий круг материалов и идей, и сознавая ограниченность отдельного человека автор справедливо ищет возможности подключить к вопросам развития инженерного образования и методов инженерной деятельности возможно более широкий круг специалистов, чему несомненно способствовало бы издание книги и рассылка ее по техническим вузам и крупным научно-техническим библиотекам.

Следует отметить, что автореферат книги опубликован (с опечатками) в: "Журнал ТРИЗ", 97/1 (N 14), 1997, стр.90. Кроме того, книга депонирована: Челябинск, пр.Ленина 60, ЧОУНБ, отдел техн.литературы.

К числу замечаний можно было бы отнести несколько рецептурный стиль изложения и высокие требования к читателю, как к интеллектуалу с высоким тезаурусом. В чистом виде пособием трудно воспользоваться из-за большой информационной насыщенности и сжатости материала, но обилие ссылок на библиографию позволит его использовать любому творческому специалисту в качестве "путеводной звезды".

Согласен с автором, что "это первая попытка целостного рассмотрения феномена техники вкупе с инженерным делом" - уклоном в сторону предпроектного анализа (целеполагание, поиск новых идей, с применением элементов теории сильного мышления, в том числе ФСА, поиска нежелательных эффектов и т.д.)

Учитывая свежесть, новизну, актуальность и концепцию излагаемого материала, отвечающего на ряд наиболее важных вопросов в преддверии коренной перестройки высшего инженерного образования, выражаю уверенность в востребованности рецензируемого учебного пособия.

Считаю, что учебное пособие И.В. Иловайского "Феномен техники как результат и сфера инженерной деятельности" соответствует всем требованиям предъявляемым к подобного рода литературе и несомненно рекомендую к скорейшему изданию.

Рецензент:

Профессор Новосибирского Государственного  
Технического Университета,  
член международной ассоциации ТРИЗ

А.И. К.

10.04.98

Иловайский Игорь Вячеславович, канд.техн.наук  
630 090 Новосибирск-90, ул. Академическая 4 кв. 17

тел. 8-(383-2)-30-13-08